Ausführliches Handbuch

der

PHOTOGRAPHIE

von

Dr. Josef Maria Eder,

Docent an der k. k. technischen Hochschule in Wien, Ehrenmitglied der „Association Belge de Photographie", des Vereines zur Förderung der Photographie in Berlin, des Photographischen Vereines in Berlin, Inhaber der Goldenen Medaille der Photographischen Gesellschaft in Wien, des ersten Preises bei der Internationalen Photographischen Ausstellung in Wien etc.

Mit 600 Holzschnitten und 6 Tafeln.

Erstes Heft:

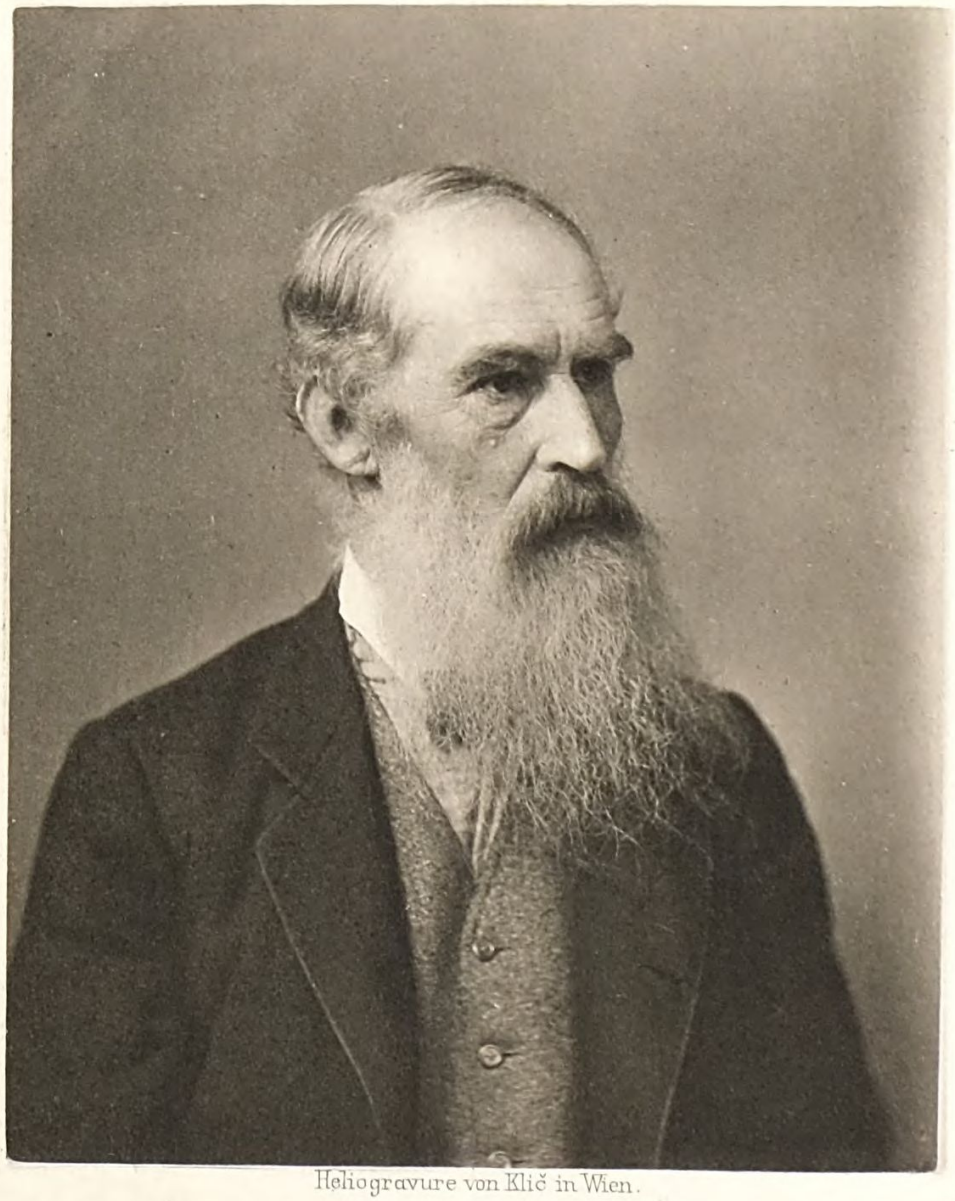
Die chemischen Wirkungen des Lichtes und die Photographie.

HALLE A/S.

Verlag von Wilhelm Knapp.

1882.

Das Werk erscheint in 10 bis 12 Heften à Mark 2,40.

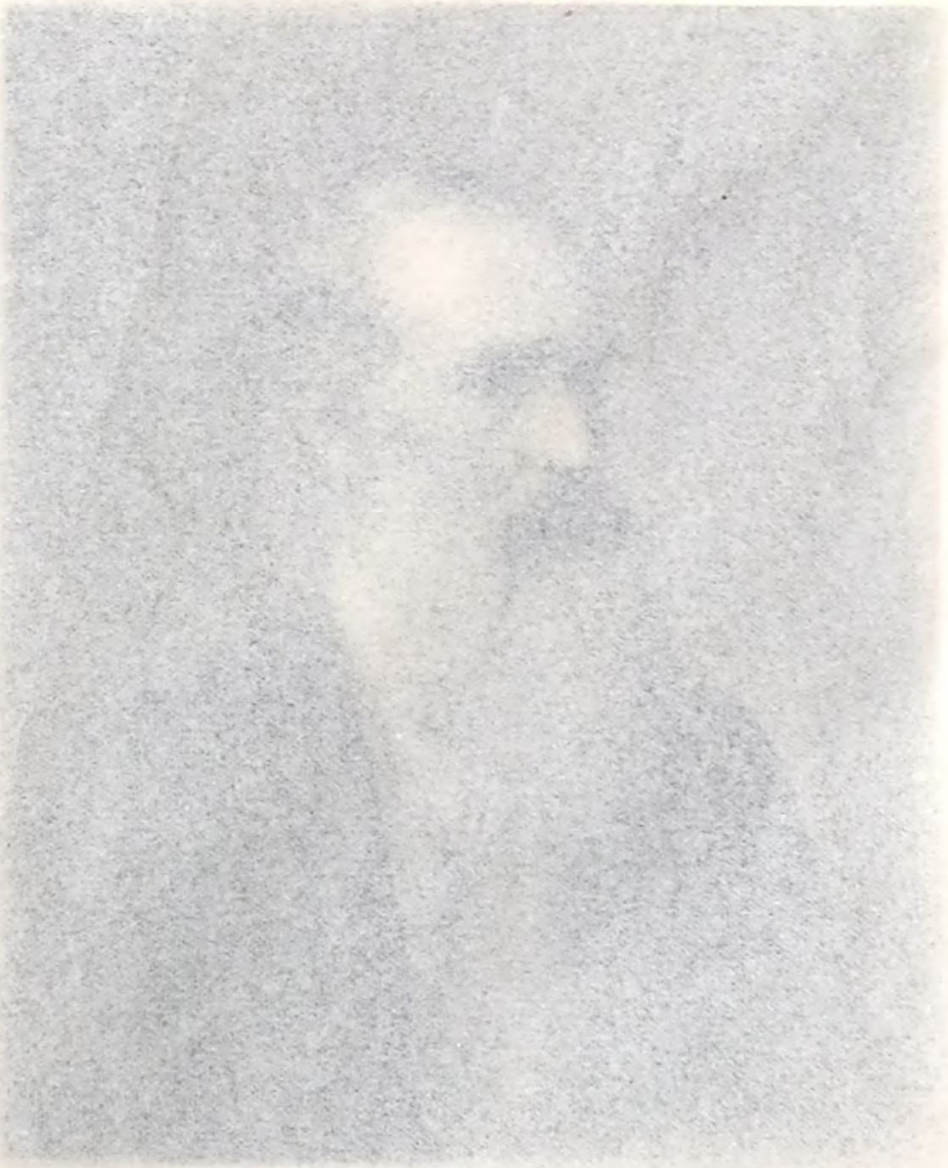


Heliogravure von Klič in Wien.

C. RUSSELL.

Negativ auf Bromsilbergelatine von Thomsen in London.

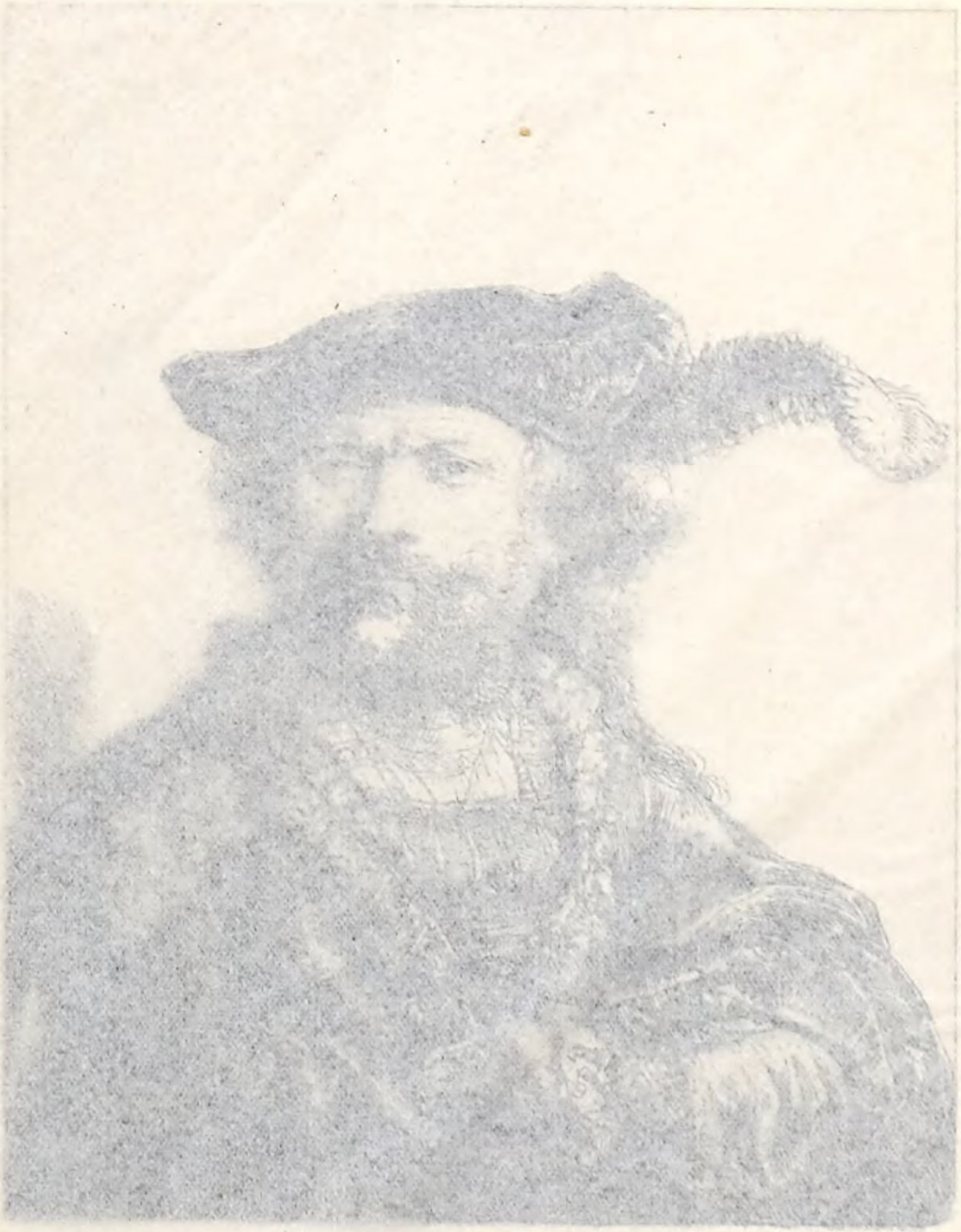
Druck v. F. Kargl in Wien.



Druck v. F. Kargl in Wien.

Heliogravure
des k.k. milit. geogrf. Institutes.
nach einer Original-Radirung v. Rembrandt.

Druck v. F. Kargl.



Heliogravure
[illegible] nigl. Institutes
[illegible] Radirung v. Rembrandt

[illegible]

Momentaufnahme von Marsh Brothers in England.

Woodbury-Druck von der Woodbury Permanent Printing Company.

PORTRÄT-STUDIE.

Lichtdruck von J. Löwy, k. k. Hof-Photograph in Wien.
Nach Negativ mittelst Bromsilber-Gelatine.

Ausführliches Handbuch

der

PHOTOGRAPHIE

von

Dr. Josef Maria Eder,

Docent an der k. k. technischen Hochschule und k. k. Professor an der Staats-Gewerbeschule in Wien, Ehrenmitglied der Association Belge de Photographie, des Vereins zur Förderung der Photographie in Berlin, des Photographischen Vereines in Berlin, in Wien, in Frankfurt a. M., der Photographic Society of Great Britain, des Photographic Club in London, der London and Provincial Photographic Association, Inhaber der Goldenen Medaille der Photographischen Gesellschaft in Wien, des ersten Preises bei der Internationalen Photographischen Ausstellung in Wien otc.

Erster Theil.

Mit 628 Holzschnitten und 4 Tafeln.

HALLE A/S.
Verlag von Wilhelm Knapp.
1884.

Staats-
Bibliothek
Bamberg

Inhaltsverzeichniss.

Erstes Heft:

Die chemischen Wirkungen des Lichtes und die Photographie.

Erstes Capitel.

Seite

Geschichtliches 1

Zweites Capitel.

Chemische Wirkungen des Lichtes und dessen Beziehungen zu Wärme und Electricität 10

Allgemeines S. 11. — Durch Licht bewirkte Veränderungen des Molecularzustandes. S. 14. — Durch Licht bewirkte Verbindungen. S. 16. — Durch Licht bewirkte Zersetzungen. S. 20. — Zusammenhang von Licht und Wärme. S. 29. — Moser's Lichtbilder. S. 29. — Thermographien. S. 30. — Niepce's neue Lichtwirkung S. 31. — Uebertragung der Lichtbilder durch Berührung. S. 33. — Zusammenhang von Licht und Electricität. S. 34. — Wirkung der Electricität auf photographische Schichten. S. 34. — Electrographie. S. 35. — Versuche, die Empfindlichkeit der photographischen Platten durch Electrisiren zu steigern. S. 35.

Drittes Capitel.

Das Sonnenspectrum und dessen chemische Wirkungen 36

Methode der spectrographischen Untersuchung. S. 39. — Wirkung der farbigen Strahlen auf Silbersalze. S. 44. — Photographie der ultrarothen Strahlen mit Bromsilberplatten. S. 47. — Wirkung von Sensibilisatoren und Präservativen auf die Farbenempfindlichkeit photographischer Schichten. S. 50. — Darstellung der Wirkung des Spectrums durch Curven. S. 52. — Solarisationserscheinungen im Spectrum. S. 53. — Das Verhalten einiger anderer photographisch wirkender Verbindungen im Spectrum. S. 56. — Bedeutung der spectrographischen Untersuchungen für die Photographie. S. 57.

Viertes Capitel.

Wirkung von Farbstoffen und farblosen Medien in Bezug auf die Photographie 58

Wirkung von farbigen Gläsern und Farbstoffen. S. 58. — Absorption der actinischen Strahlen durch farblose Medien. S. 63. — Absorption von actinischen Strahlen durch Glas etc. und deren Zusammenhang mit der Photographie. S 65.

Fünftes Capitel.

Nothwendigkeit einer gewissen Anfangswirkung des Lichtes in der Photographie. Vor- und Nachbelichtung 68

Nothwendigkeit einer bestimmten Zeitdauer der Lichtwirkung. Photochemische Induction. S. 68. — Unregelmässigkeit in den Beziehungen zwischen Dauer der Lichtwirkung und Intensität der photographischen Bilder. S. 69. — Vorbelichtung, Nachbelichtung und Nebenbelichtung. S. 70.

Sechstes Capitel.

Die Photographie im Zusammenhang mit meteorologischen und klimatischen Verhältnissen 77

Verschiedener Gang der chemischen Intensität des Lichtes und der optischen Helligkeit. S. 77. — Abhängigkeit der Lichtintensität von der Sonnenhöhe bei ganz reinem Himmel. S. 78. — Verhältniss der chemischen Intensität des directen Sonnenlichtes zu der des zerstreuten Himmelslichtes. S. 84. — Die Schwankungen der chemischen Lichtintensitäten bei scheinbar klarem Himmel im Laufe eines Tages. S. 85. — Einfluss der Bewölkung auf die chemische Intensität des Tageslichtes. S. 87. — Schwankungen der chemischen Lichtintensitäten im Laufe des Jahres und an verschiedenen Orten. S. 88. — Abnorme Fälle von Unschärfe durch wallende Bewegung der Atmosphäre. S. 90.

Siebentes Capitel.

Seite

Photographie von Sonne, Mond und Sternen 92
Wirkung des directen Sonnen- und Mondlichtes. S. 92. — Photographie von Mondlandschaften. S. 94. — Photographie der Planeten und Fixsterne. S. 95. — Photographie der Nebelflecken und der Kometen. S. 95.

Zweites Heft:

Die Photographie bei künstlichem Licht und die Photometrie der chemisch wirksamen Strahlen.

Achtes Capitel.

Die Photographie bei künstlichem Licht 97
Verschiedene Helligkeit künstlicher Lichtquellen in optischer und photographischer Beziehung. S. 97. — Beschreibung der künstlichen Lichtquellen und ihrer photographischen Verwendung. S. 107. — Electrisches Licht. S. 107. — Nachtateliers mit electrischem Licht. S. 114. — Nachtateliers mit Gaslicht. S. 120. — Nachtateliers mit bengalischem Weissfeuer. S. 121. — Magnesiumlicht. S. 123. — Oxy-Hydrogen-Kalklicht und Verwandtes. S. 128. Bengalisches Weissfeuer und Verwandtes. S. 134. — Schwefelkohlenstofflicht und Verwandtes. S. 136. — Kerzen-, Lampen- und Gaslicht. S. 138. — Phosphorescenzlicht. S. 143. — Phosphorographien. S. 146. — Photographien mittelst Phosphorescenzlicht. S. 146.

Neuntes Capitel.

Die Photometrie der chemisch wirksamen Strahlen und die Prüfung der Empfindlichkeit photographischer Präparate 150
Allgemeines über Photometrie und Normallicht. S. 150 — Actinometrisches Normalmass und Normallicht. S. 155. — Versuch optische Photometer photographisch zu verwerthen. S. 155. — Photometer mit Chlorgas und Wasserstoffgas oder Kohlenoxydgas. S. 155. — Photometer mit Chlorwasser oder Jodwasserstoffsäure. S. 158. — Photometer mit oxalsauren Eisenoxyd- oder Uranoxydsalzen. S. 162. — Das Quecksilber-Oxalat-Photometer. S. 169. — Photometer mit Nitroprussidnatrium sowie Oxalsäure. S. 173. — Photometrie mittelst photographischer Papiere. S. 174. — Exposition von gesilberten Papieren bis zur Erreichung einer Normalfärbung. S. 174. — Büchsenphotometer mit Einer Farbe zu photographischen Copirzwecken. S. 179. — Fehler des Büchsenphotometers. S. 181. — Büchsenphotometer mit mehreren Farbentönen. S. 181. — Scalenphotometer. S. 183. — Röhrenphotometer. S. 188. — Combination der vorhergehenden Methoden. S. 190. — Das Phosphorescenz-Photometer. S. 193. — Das Radiometer. S. 195. — Electrische Photometer. S. 195. — Bestimmung der Expositionszeit in der Camera mittelst Photometer. S. 197. — Photometer zur Bestimmung der richtigen Exposition beim Copiren. S. 199. — Sensitometer-Apparate zur Ermittelung der relativen Empfindlichkeit photographischer Präparate. S. 199. — Photometer zu meteorologischen Beobachtungen. S. 205. — Photometrische Prüfung von Linsen auf ihre Lichtkraft. S. 206.

Drittes Heft:

Die photographischen Objective, ihre Eigenschaften und Prüfung.

Zehntes Capitel.

Die photographischen Objective und ihre Eigenschaften . . . 207
Allgemeines über die Camera obscura und die einfache Lochcamera. S. 207. — Eintheilung der Linsen. S. 209. — Das einfache Objectiv. S. 210. — Dallmeyer's einfache Weitwinkel-Landschaftslinse. S. 215 — Zusammengesetzte Linsen und Petzval's Porträt-Objectiv. S. 217. — Chevalier's Doppel-Objectiv. S. 217. — Modificationen des Petzval'schen Porträt-Objectives. S. 222. — Voigtländer's Porträt-Objective. S. 224. — Dallmeyer's Patent-Porträt-Objective. S. 224. — Claudet's Egalisateur des Foyers. — S. 225. — Busch's Doppelobjectiv mit verstellbaren Linsenpaaren. S. 225. — Steinheil's Aplanate. S. 227. – Der gewöhnliche Aplanat. S. 229. — Der Landschafts-Aplanat.

Seite

S. 231. — Der Weitwinkel-Aplanat für Landschaften. S. 232. — Der Weitwinkel-Aplanat für Reproductionen. S. 233. — Der Porträt-Aplanat. S. 234. — Der Gruppen-Aplanat. S. 236. — Steinheil's Antiplanete. S. 237. — Den Aplanaten ähnliche Objective. S. 241. — Voigtländer's Euryscop. S. 242. — Dallmeyer's Weitwinkel-Rectilinear. S. 243. — Dallmeyer's Rapid-Rectilinear. S. 244. — Morrison's Rapid-Symmetrical-Linse. S. 244. — Morrison's Weitwinkel-Linse. S. 244. — Das Kugel-Objectiv. S. 245. — Das Ross'sche Doppel-Objectiv. S. 247. — Das Busch'sche Pantoscop. S. 247. — Das Orthoscop. S. 248. — Steinheil's Periscop. S. 250. — Zentmeyer's Linse. S. 250. — Sutton's Panorama-Linse. S. 251. — Triplet-Objective. S. 253. — Universal-Objective. S. 256. — Combinirte Porträt- und Landschafts-Objective (Jamin, Ross, Quinet, Hermagis, Millet, Busch). S. 256. — Eigentliche Universal-Objective (Chevalier, Porro, Archer, Sutton, Voigtländer, Derogy, Slater, Melhuish, Berthiot, Darlot, Steinheil). S. 259. — Spiegel-Objectiv. S. 264. — Spiegel und Prismen zur Umkehrung des Bildes. S. 266. — Die Diaphragmen oder Blenden. S. 269. — Wirkung der eigentlichen runden Blenden. S. 269. — Einfluss der Blendung auf die Schärfe und Krümmung des Bildes. S. 271. — Viereckige Blenden. S. 272. — Blenden mit zwei oder mehr Oeffnungen. S. 273. — Veränderung der Brennweite mit der Grösse der Blende. S. 274. — Entfernnng der Blenden während der Exposition. S. 274. — Die Lichtblenden und Wolkenblenden. S. 275. — Undurchsichtige Sternblenden. S. 278.

Elftes Capitel.

Prüfung und Wahl der Objective 279

Beschaffenheit der Linse und ihrer Fassung. S. 279. — Reinigung der Linsen. S. 280. — Leitende Gesichtspunkte bei der Prüfung der Objective. S. 280. — Bestimmung der Brennweite. S. 281. — Die Verzeichnung. S. 282. — Sphärische Abweichung, Krümmung der Bildfläche und Astigmatismus. S. 283. — Die Tiefe. S. 288. — Der Gesichtsfeldwinkel. S. 289. — Plattengrösse, welche ein Objectiv mit deutlichem Bilde deckt. S. 291. — Die chromatische Abweichung. S. 292. — Claudet's Focimeter. S. 297. — Verwendung gefärbter Linsengläser. S. 297. — Verwendung unachromatisirter Linsen. S. 298. — Falsches Licht und heller Fleck. Reflexlicht. S. 298. — Die Lichtkraft der Objective und Einfluss der Glassorte. S. 300. — Die Grösse des Gegenstandes im Bilde im Zusammenhange mit dessen Entfernung und der Brennweite des Objectives. S. 302. — Richtige und falsche perspectivische Zeichnung durch Objective. Stellung des Objectives an der Camera. S. 308. — Die Wahl der Objective für Portrait-Aufnahmen. S. 310. — Die Wahl der Objective für Gruppen-Aufnahmen. S. 312. — Die Wahl der Objective für Reproductionen. S. 312. — Die Wahl der Objective für Monumente. S. 312. — Die Wahl der Objective für Landschaften. S. 312. — Die Wahl der Objective für Moment-Aufnahmen. S. 313.

Viertes Heft:

Die photographische Camera und die Behelfe zur Exposition.

Zwölftes Capitel.

Berechnung der Expositionszeit aus der Qualität der Objective und des Gegenstandes 315

Einfluss des photographischen Objectives. S. 315. — Einfluss der Grösse des aufzunehmenden Gegenstandes. S. 316. — Einfluss der Farbe und Beleuchtung des aufzunehmenden Gegenstandes. S. 316. — Einfluss der Tages- und Jahreszeit. S. 321.

Dreizehntes Capitel.

Der Verschluss des Objectives für längere oder momentane Aufnahmen 322

Objectiv-Verschlüsse für Porträt-Aufnahmen im Atelier. S. 322. — Objectiv-Verschlüsse für Moment-Aufnahmen. S. 326. — Schieber-Moment-Verschlüsse. S. 329. — Rotirende Moment-Verschlüsse. S. 336. — Moment-Verschlüsse mit Klappen. S. 350. — Moment-Verschlüsse, welche im Innern des Objectivs angebracht sind. S. 352. — Bestimmung der Zeitdauer, während welcher sich ein Moment-Verschluss öffnet und schliesst. S. 353. — Vorrichtungen, um sich bewegende Objective im richtigen Momente photographiren zu können. S. 355.

Vierzehntes Capitel.

Seite

Die Camera obscura und deren Zubehör 357

Die einfache Kasten-Camera ohne Auszug. S. 357. — Die Kasten-Camera mit Auszug. S. 363. — Die Balg-Camera. S. 364. — Die Reise-Camera. S. 368. — Das Stativ. S. 377. — Die Cassette. S. 387. — Die einfache Cassette. S. 387. — Die Doppel-Cassette. S. 391. — Roll-Cassetten für Negativ-Papier. S. 392. — Die Visirscheibe. S. 393. — Multiplicatoren. S. 394. — Multiplicator mit einem Objectiv. S. 394. — Multiplicator mit mehreren Objectiven. S. 395. — Multiplicator-Camera mit verschiebbarem Objectiv. S. 400. — Camera für Cammée-Porträte auf schwarzem Grund. S. 401. — Medaillon-Apparate. S. 402. — Der Polyconograph. S. 403. — Die Pistolen-Camera. S. 404. — Der photographische Revolver. S. 407. — Die photographische Flinte. S. 408. — Panorama-Apparate. S. 411. — Vorrichtungen zum Wechseln der Platten. S. 417. — Combination der Camera mit dem Wechselkasten. S. 423. — Combination von Camera und Laboratorium. S. 428. — Das Iconometer. S. 439. — Die Benutzung der Camera. S. 446. — Aufstellung der Camera. S. 446. — Einstellen des Bildes auf der Visirscheibe. S. 448. — Die Einstell-Loupe. S. 451. — Einstellen verschieden weit entfernter Gegenstände. S. 454. — Prüfung der Camera. S. 456. — Falsches Licht in der Camera. S. 456. — Cassetten-Differenz. S. 457. — Uebereinstimmung der Einlegerahmen. S. 459. — Die Visirscheibe steht nicht parallel dem Einlegerahmen. S. 459. — Das Objectiv sitzt nicht richtig in seinem Anschraubering. S. 459.

Fünftes Heft:

Atelier und Laboratorium des Photographen.

Fünfzehntes Capitel.

Anlage und Einrichtung der Ateliers 461

Ueber die Beleuchtung. S. 461. — Geschichte des Ateliers und der Beleuchtungsschirme. S. 463. — Porträt-Aufnahme unter freiem Himmel. S. 463. — Porträt-Aufnahmen im Zimmer. S. 464. — Allgemeine Bemerkungen über den Bau eines Ateliers. S. 465. — Verglasung des Ateliers. S. 467. — Blaue Gläser im Atelier. S. 468. — Heizung und Abkühlung des Ateliers. S. 470. — Ventilation des Ateliers. S. 470. — Anstrich des Ateliers. S. 471. — Neigung des Glasdaches und Höhe des Ateliers. S. 472. — Sonnen-Segel am Atelier-Dach. S. 473. — Ateliers in Pultform. S. 474. — Ateliers in Hüttenform. S. 478. — Tunnel-Ateliers. S. 479. — Südfront-Ateliers. S. 481. — Ateliers mit gebogenen oder gebrochenen Seitenwänden. S. 480. — Drehbare Ateliers. S. 484. — Reproductions-Atelier und transportables Atelier. S. 485. — Vorrichtungen zu Reproductionen. S. 488. — Gardinen im Atelier. S. 490. — Beleuchtungs-Schirme, Reflectoren und Hintergründe. S. 492. — Kopfhalter. S. 502.

Sechszehntes Capitel.

Die Dunkelkammer für das Atelier und für Reisen 505

Die gewöhnliche Dunkelkammer. S. 505. — Beleuchtung der Dunkelkammer. S. 506. — Gelbes und rothes Licht. S. 507. — Monochromatisches gelbes Natriumlicht. S. 510. — Grünes Licht. S. 511. — Papier mit Chininsulfat. S. 512. — Laternen für Dunkelkammern. S. 512. — Die Prüfung der gelben oder rothen Glasscheiben. S. 512. — Practische Herstellung einer Dunkelkammer für empfindliche Platten. S. 515. — Ventilation der Dunkelkammer. S. 516. — Waschvorrichtungen im Atelier. S. 516. — Dunkelzelte, Dunkelwagen und Entwicklungsbehälter. S. 517.

Siebzehntes Capitel.

Die Glasplatten, Plattenkasten, Tassen, Cuvetten und andere Utensilien 526

Wahl der Glasplatten. S. 526. — Schneiden des Glases (Plattenformate) und Abschleifen der Kanten. S. 527. — Reinigen der Glasplatten. S. 528. — Das Abstauben. S. 531. — Gestelle und Kasten für Glasplatten. S. 531. — Plattenhalter. S. 534. — Tassen und Cuvetten. S. 537. — Tauch-Haken. S. 540. — Mensuren und Tropfgläser. S. 541.

Erstes Heft:

Die chemischen Wirkungen des Lichtes und die Photographie.

„Licht, das seltsamste Wesen in der ganzen Natur: ein Mittelding zwischen Geist und Körper, überall verbreitet und doch nie zu erhaschen: überall wirksam, und doch keinem Sinne ausser dem Auge fühlbar: die dichtesten Körper durchdringend, und doch unerreichbar: der menschlichen Seele ähnlich, welche den ganzen Körper belebt, ohne dass wir wissen wie? welche unser Ich ausmacht, und dabei für uns ein ewiges Räthsel bleibt."

Placitus Heinrich. 1806.
(Von der Natur und den Eigenschaften des Lichtes. S. VII.)

„Nur die Chemie, welche seit einiger Zeit in der gelehrten Welt so grosse Vorschritte gemacht hat, kann ein neues Licht verbreiten, kann uns neue Aufschlüsse geben, kann solche Data liefern, die uns in den Stand setzen, über das Wesen und die Eigenschaften des Lichtes mit einiger Zuverlässigkeit abzusprechen."

Placitus Heinrich. 1806.

„Das Licht das desoxydirt und oxydirt manche Körper. Es entfernt den Sauerstoff aus ihnen, oder macht seine Verbindungen mit den übrigen Bestandtheilen lockerer. Es oxydirt eben so die Körper; es macht die Verbindung des Wasserstoffs mit den übrigen Bestandtheilen lockerer."

Heinrich Friedrich Link. 1806.
(Die chemischen Eigenschaften des Lichtes. S. 45.)

ERSTES CAPITEL.

GESCHICHTLICHES.

Literatur:

Eder: Ausführliche Geschichte der Photographie und Photochemie vom Alterthume bis Daguerre im Jahre 1839. Photograph. Correspondenz. 1881, XVIII, 9 u. ff. abgedruckt. — Fouqué: La verité sur l'invention de la photographie; Nicéphor Niépce, sa vie, ses essais, ses travaux. Paris, 1867; umfasst den ausführlichen, sehr interessanten Briefwechsel Niépce's und ist als Hauptquelle zur Geschichte des Antheils Niépce's an der Erfindung der Photographie zu betrachten. — Chevalier, Guide de photographie. Paris, 1854; enthält Notizen über die Erfindung der Photographie durch Niépce und Daguerre. — Mayer und Pierson, La Photographie considirée comme art et comme industrie, histoire de sa découverte etc. Paris, 1862. — Als Quelle ist auch der Bericht Arago's in der Pariser Academie der Wissenschaften über die Erfindung Daguerre's zu betrachten. Er ist in den Comptes rendus vom Jahre 1839 enthalten und liegt fast allen bisherigen historischen Skizzen zu Grunde; er enthält aber mannigfach Ungenauigkeiten, namentlich über die ältere Geschichte, worüber vergl. Eder's Geschichte. — Ferner: Photography-Patents of inventions; Abridgments. London, 1861; enthält eine interessante aber lückenhafte historische Skizze bis 1859 und die sämmtlichen in's photographische Gebiet einschlagenden englischen Patente.

Die Kenntniss der Mitwirkung des Lichtes auf die Veränderung der Materie ist nachweislich schon im grauen Alterthume bekannt gewesen. Das Bleichen von Leinen etc., wobei das Licht eine so grosse Rolle spielt, war nicht nur den Griechen und Römern, sondern auch den alten Egyptern und Indern bekannt. Es ist gewiss kein Zufall, dass die Farben, welche die Alten zum Färben von Zeugen und zur Herstellung ihrer Gemälde benutzten, grösstentheils echt und lichtbeständig sind, was nicht nur aus den erhaltenen Ueberresten der egyptischen, babylonischen und assyrischen Kunst ersichtlich ist, sondern auch aus den Zeugnissen der griechischen und römischen Autoren, speciell von Plinius und Vitruvius, hervorgeht.

Sehr alt mag die Erfahrung sein, dass das Licht zum Grünen der Gewächse nothwendig ist. Aristoteles (4. Jahrh. v. Chr.) deutet an verschiedenen Stellen seiner Schriften seine Ansicht hierüber an, und ganz deutlich spricht er in dem Buche „Von den Farben“ aus, dass die Pflanzentheile weiss bleiben, wenn die Sonnenstrahlen nicht zutreten können, dagegen im Lichte alles grün wird und auch jene Theile der Früchte, welche gegen

Sonne und Wärme stehen, sich stark färben. Ferner war er sich der Färbung der menschlichen Haut durch die Sonnenstrahlen wohl bewusst.

Die zerstörende Wirkung des Lichtes auf gewisse Malerfarben, und speciell auf den Zinnober, war schon vor zwei Jahrtausenden bekannt. Vitruvius, der berühmte römische Baukünstler des Caesar und des Augustus (1. Jahrh. v. Chr.) schrieb in seinem berühmten Werke „Ueber die Baukunst“ über den Zinnober: Er verdirbt sogleich, wenn er von den Strahlen von Sonne und Mond getroffen wird, verliert an Glanz und Lebhaftigkeit der Farbe und wird schwarz. Durch Ueberstreichen mit Wachs, versicherte er, werde der Zinnober lichtbeständig. Auch bemerkte er, dass die Bildersäle und die Werkstätten der Maler gegen Mitternacht gerichtet sein sollen, damit die Farben nicht leiden. Plinius machte in seiner Naturgeschichte später (1. Jahrh. nach Chr.) dieselbe Angabe.

Die Färberei bot zunächst das günstigste Feld zur Beobachtung der Lichtwirkungen, da das Licht nicht nur auf das Verblassen und Vergehen der Farben Einfluss nimmt, sondern auch auf die Entstehung gewisser Farben. Hierüber findet sich eine sehr alte Angabe in einer Schrift mit dem Titel „Jonia“, welches von der als Schriftstellerin berühmten Tochter des griechischen Kaisers Constantin VIII., Eudoxia Macrembolitissa, Ende des 10. Jahrhunderts geschrieben wurde. Daselbst ist angegeben, dass die mit dem Farbstoff der Purpurschnecke imprägnirten Zeuge erst dann ihre volle Farbe und den hohen Glanz bekommen, wenn man sie an die Sonne bringt, welche Angaben später Cole (1685), Réaumur (1711) und Duhamel du Monceau (1736) genau präcisirten.

Von der Eigenschaft der Silbersalze, speciell des salpetersauren Silbers, die Haut des Menschen zu schwärzen, spricht wohl schon Albertus Magnus (13. Jahrh.) und Glauber sagte ähnliches 1658 bezüglich des mit Silberlösung bestrichenen Holzes, Pelzwerkes und der Federn; Boyle erwähnte 1660, dass Goldsolution die Haut roth färbe — aber nirgends findet sich eine Spur, dass hierbei das Licht eine Hauptrolle spiele.

Bereits im ersten Viertel des 18. Jahrhunderts gewann die Photochemie bedeutend an Boden. Bestuscheff entdeckte 1725 die Lichtempfindlichkeit der Eisensalze, nämlich die Reduction (Entfärbung) einer ätherischen Eisenchloridlösung an der Sonne.

Im Jahre 1727 beschäftigte sich der deutsche Arzt J. H. Schulze (* 1687, † 1744), Mitglied der Academia Caesarea Leopoldino-Carolina, mit Versuchen, den „Balduin'schen Phosphorus“ (Leuchtstein) herzustellen. Bei diesen Versuchen musste Scheidewasser mit Kreide gesättigt werden. Schulze wollte die Wirkung eines Zusatzes von Silber zu dem hiebei benützten Scheidewasser untersuchen; er löste deshalb etwas Silber in Scheidewasser auf und goss dieses auf Kreide. Zufällig nahm er diese Arbeit an einem Fenster vor, in welches die Sonne stark hineinschien. Zu seiner Verwunderung bemerkte er, wie sich die Oberfläche des dem Lichte zugewendeten Theiles des kreidigen Bodensatzes dunkel färbte, während die dem Lichte abgewendete Seite unverändert blieb. Schulze verfolgte diese Erscheinung weiter, wies durch unzweifelhafte Experimente nach, dass diese Schwärzung durch das Licht und nicht durch die Wärme verursacht werde und wurde dadurch der Entdecker der Lichtempfindlichkeit der Silbersalze. Er fand, dass das erwähnte Gemisch am Sonnenlicht violettschwarz („atro-rubentem et in coeruleum vergentem“) wird und überzeugte sich, dass diese Wirkung speciell dem Lichte und nicht der Wärme zukomme;

als er die mit dem Gemisch gefüllte Flasche der dunklen Wärme eines Ofens aussetzte, färbte sie sich nämlich durchaus nicht dunkler. Um sich zu vergewissern, ob nur die unmittelbar vom Lichte getroffenen Stellen des silberhaltigen kreidigen Bodensatzes sich färbten, befestigte er einen Bindfaden an die Wand der Flasche und fand in der That, dass jene Stellen, von welchen der Faden das Licht abhielt, der Silberschlamm weiss geblieben war. Er klebte ferner Papier-Schablonen auf das Glas, in welche Worte und Sätze ausgeschnitten waren. Es dauerte nicht lange, so färbten sich im Sonnenlicht jene Stellen, welche nicht gegen Licht geschützt waren, dunkel und es zeichneten sich jene Worte und Sätze völlig genau im Schlamm ab.[1]) Er producirte dieses Experiment seinen Freunden; jenen, die den Hergang der Sache nicht kannten, erschien das Ganze höchst wunderbar. Durch blosses Aufschütteln des Bodensatzes verschwand die durch Licht bewirkte Schrift wieder vollständig und derselbe war zu einem neuen Lichteindruck tauglich. Ferner findet sich in Schulze's Abhandlung die Beobachtung niedergelegt, dass der silberhaltige Kreideschlamm durch das mit einem Brennglas concentrirte Sonnenlicht momentan geschwärzt wird und dass auch eine reine (nicht kreidehaltige) salpetersaure Silberlösung im Lichte allmälig sich dunkel färbt.[2])

Aus diesen Angaben geht unzweifelhaft hervor, dass Schulze nicht nur die Lichtempfindlichkeit der Silbersalze schon 1727 vollständig kannte, sondern dieselbe auch benützte, um mittelst des Sonnenlichtes Schriftzüge zu copiren. Demnach muss Schulze, ein Deutscher, als der Erfinder der Photographie bezeichnet werden.

Die Lichtempfindlichkeit eines mit Silbernitratlösung getränkten Papieres wurde von Hellot zuerst 1737 erwähnt, freilich machte er von derselben keinen andern Gebrauch, als dass er die Silberlösung als eine sympathetische Tinte benutzte, welche auf weissem Papier Schriftzüge gebe, die im Finstern Monate lang unsichtbar blieben, in der Sonne aber schon nach einer Stunde dunkel (schieferfarbig) hervortraten.

Die Lichtempfindlichkeit des Chlorsilbers wurde von dem Turiner Professor Johann Baptist Beccarius im Jahre 1757 entdeckt und nicht, wie irrthümlich allgemein verbreitet ist, von Fabricius (1556), der nur über Hornsilber im Allgemeinen schrieb. Beccarius fand, dass eine in einem Glase in der Nähe eines Fensters aufbewahrte Probe von Chlorsilber an der dem Fenster zugewendeten Seite blau oder violett wurde, wonach er weitere Versuche anstellte und eine Wirkung des Lichtes hierin erkannte.

1) „....vitrum pro maxima sui parte opacis corporibus obtegerem relicta exigua portione, quae liberum luci accessum permitteret. Sic non raro nomina vel integras sententias chartae inscripsi et atramento notatas partes scalpello acuto caute exscidi, et sic chartam hoc modo perforatam vitro, mediante cera, affixi. Nec longa mora fuit, quum radii solares, qua parte per apertam chartam vitrum tetigeret, illa verba, illasve sententias sedimento cretaceo tam accurate et distincte inscriberent, ut multis curiosis, experimenti autem nesciis, ad nescio quod artificium rem hanc referendi occasionem subinde dederim." — Wegen der schwierigen Zugänglichkeit der Quelle ging ich hier ausführlicher auf die wichtige Stelle ein.

2) Schulze: „Scotophorus pro phosphoro inventus seu experimentum curiosum de effectu radiorum solarium." Acta physico-medica Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae. 1727. I, 528. Auch citirt (aber ohne Inhaltsangabe) in Karsten's „Fortschritten der Physik für 1845", pag. 228.

Scheele entdeckte 1777, dass das Chlorsilber (auf Papier aufgestrichen) in den violetten Strahlen des Sonnenspectrums weit eher sich schwärzt, als in den anderen Farben. Sennebier wiederholte 1782 diese Versuche und fand, dass das Chlorsilber im violetten Lichte des Spectrums innerhalb 15 Secunden, im blauen nach 29 Secunden, im grünen nach 37 Secunden, im gelben nach $5^1/_2$ Minuten und im rothen Lichte erst nach 20 Minuten gefärbt wird.

Die erste sichere Angabe über die Lichtempfindlichkeit der Harze verdanken wir Hagemann aus Bremen im Jahre 1782. Derselbe fand, dass gepulvertes Guajak-Harz durch das Licht blau gefärbt wird. An diese Beobachtung knüpfte Sennebier an, welcher ausser diesem Harz noch andere lichtempfindlich fand (Mastix, Sandarak, Gummi animae, Weihrauch, welche ausbleichen und Ammoniaksalz, welches nachdunkelt) und auch die Wirkung des Lichtes auf Oele, Pflanzenfarbstoffe, Elfenbein, Salpeteräther etc. studirte. Erst später (1803) beschäftige sich Wollaston mit dem Guajak und demselben wird mit Unrecht die Priorität der Entdeckung der Lichtempfindlichkeit dieser Substanz zugeschrieben. Die Arbeiten sind höchst wichtig als die Vorläufer der Entdeckung des Niépceschen photographischen Asphaltprocesses.

Die Lichtempfindlichkeit der Quecksilbersalze kommt schon vor 1737 in den Schriften Neumann's vor, welcher fand, dass Calomel im Lichte schwarz wird; 1764 sagt Meyer dasselbe vom Quecksilbervitriol und Abildgaard (1800) und Harup (1802) führte dies näher für Quecksilberoxyd und Sublimat aus.

Bergmann entdeckte 1776 die Lichtempfindlichkeit der Oxalsäure in gewissen Verbindungen, nämlich jene des oxalsauren Quecksilberoxydes und des Gemisches von Quecksilberchlorid und Oxalsäure.

Die von Berthollet 1785 gemachte Beobachtung, dass Chlorwasser im Lichte sich zersetzt, Salzsäure bildet und Sauerstoff abgiebt, führte 1790 zur Contruction des ersten chemischen Photometers durch Saussure, welcher die Schnelligkeit dieser Zersetzung mit der Lichtintensität in enger Wechselwirkung stehend, fand.

1802 veröffentlichte der berühmte Wedgwood eine bemerkenswerthe Arbeit über die Wiedergabe von Bildern durch das Licht. Hier folgen einige Zeilen dieser interessanten Denkschrift:

„Wenn man ein Papier mit einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd befeuchtet, zeigt sich in der Dunkelheit keine Veränderung, aber am Lichte des Tages wechselt das Papier rasch an Farbe und wird nach längerer Einwirkung schwarz. Die Schnelligkeit der Einwirkung kommt der Intensität des Lichtes gleich, so dass man in der Sonne nur zwei oder drei Minuten braucht, während im zerstreuten Lichte mehrere Stunden erforderlich sind. Das Licht, welches durch ein rothes Glas kommt, hat eine unendlich geringere Wirkung als dasjenige, welches durch ein blaues oder violettes Glas gegangen ist."

Von diesem Principe ausgehend, kopirte Wedgwood in der Sonne das Profil einer Person, deren Schatten auf sein empfindliches Papier fiel. Es gelang ihm aber nicht, die Gegenstände in der Dunkelkammer zu kopiren, während Davy, anknüpfend an Wedgwood's Versuche im selben Jahre, so weit kam, die vergrösserten Bilder des Sonnenmikroskops zu fixiren. Das unbelichtete Silbernitrat wurde durch Waschen mit Wasser entfernt. Versuche in der Camera obscura zu photographiren misslangen.

Gay-Lussac und Thénard machten 1809 die wichtige Entdeckung von der Wirkung des Lichtes auf ein Gemisch von Wasserstoff und Chlor. Man weiss, dass ein solches in der Sonne detonirt, während in der Dunkelheit keine Verbindung eintritt, worauf Draper 1843, ferner Bunsen und Roscoë 1855 ihre chemischen Photometer gründeten.

Seebeck (1810) und Bérard (1812) bestätigten, dass die grösste chemische Wirkung des Spectrums auf Chlorsilber im äussersten Violett liege und allmälig gegen das Roth hin abnehme. Der Erstere fand dabei die Basis der Photographie in natürlichen Farben (s. u.), der Letztere machte folgenden Versuch: Er concentrirte, vermittelst zweier Linsen, die beiden Theile des Spectrums, welche sich vom Violetten zum Grünen und vom Grünen zum Rothen hin erstrecken. Dieser letztere Theil, obgleich er im Brennpunkt einen ausserordentlich glänzenden Punkt bildete; führte in zwei Stunden keine sichtbare Veränderung auf dem Chlorsilberpapier herbei, während der andere Theil das Papier in weniger als zehn Minuten schwärzte.

Joseph Nicéphore Niepce aus Châlons, welcher sich seit 1814 mit der Photographie beschäftigte, war der Erste, dem es um das Jahr 1824 gelang, die flüchtigen Bilder, welche das Licht im Brennpunkt der Dunkelkammer entwirft, zu fixiren.[3])

Niepce bereitete seine empfindliche Schicht mit Hülfe von Judenpech, welches, in Lavendelöl gelöst, mit einem Pinsel auf eine versilberte Kupferplatte gebracht wurde. Diese exponirte er dann acht Stunden lang, im Brennpunkt seiner Dunkelkammer nnd rief das Bild mit einem aus Steinöl und Lavendelöl gemischten Lösungsmittel hervor, welches die Firnissschicht überall wegnahm, wo das Licht nicht eingewirkt hatte. Die Platte wurde dann gewaschen und getrocknet. Wenn man sie bei reflectirtem Lichte betrachtete, gab eine schwarze Schicht von Judenpech die Lichter des Modells wieder, während die vom Lösungsmittel weggenommenen Theile, den Schwärzen entsprechend, die Schatten darstellten; Halbtöne konnten so nicht erhalten werden.

Da der Contrast zwischen den Weissen und Schwärzen wenig hervortrat, sann Niepce darauf, sie zu verstärken, und verwendete in dieser Absicht Schwefelleber und Jod. Nur scheint es, dass er die ausserordentliche Empfindlichkeit des Jodsilbers, worauf die jetzige Photographie beruht, nicht entdeckt habe.

Niepce und Daguerre[4]) vereinten sich 1829, in der Absicht, ihre Untersuchungen über das Licht gemeinschaftlich fortzusetzen, Niepce starb aber schon 1833. Daguerre setzte indessen seine Versuche mit Silberplatten und Jod fort und fand selbständig das Wichtigste und Charakteristische am ganzen Process, die Entwicklung des Bildes mit Quecksilberdämpfen, wodurch allein eine Aufnahme in der Camera möglich ward. Am 10. August 1839 wurde die bewundernswerthe Entdeckung: Bilder auf Silberplatten her-

3) Man findet häufig: Niépce, eine Schreibweise, die von der Familie Niepce, wenigstens im Druck, niemals gebraucht wurde. Niepce de St. Victor schreibt seinen Namen in allen seinen Werken ohne Accent. Joseph Niepce wurde am 7. März 1765 in Châlons-sur-Saône geboren, er starb voll Verzweiflung am Erfolge seiner Bestrebungen, am 5. Juli 1833.

4) Daguerre, geb. am 18. Nov. 1787, erfand das Diorama, beschäftigte sich seit 1826 mit der Photographie und legte den Schlussstein zur Entdeckung der Lichtbildnerei. Geehrt und belohnt starb er auf seinem Landsitze bei Paris, am 10. Juli 1851.

zustellen, von der französischen Regierung der Gelehrten- und Künstlerwelt übergeben, nachdem der Staat eine lebenslängliche Pension von 6000 Franken an Daguerre und von 4000 Franken an Niepce's Sohn bewilligt hatte.

Das ursprüngliche Verfahren Daguerre's bestand darin, dass man eine wohlpolirte silberplattirte Kupferplatte den Dämpfen von Jod aussetzte, wodurch sie sich mit einer äusserst zarten — nach Dumas nicht mehr als $^1/_{100000}$ mm dicken — Jodsilberschicht bedeckte, welche in der Camera obscura das Bild empfing. Das unsichtbare Bild trat durch die Dämpfe von warmem Quecksilber deutlich hervor, indem sich das Quecksilber nur an den vom Lichte getroffenen Stellen niederschlug.

Die Photographien Daguerre's wurden mittelst einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron fixirt, welches Salz Herschel schon 1819 entdeckt und dessen auflösende Kraft für Chlorsilber bekannt gemacht hatte und welches Herschel im Jahre 1839 speciell zum Zwecke des Fixirens der Chlorsilber-Papier-Bilder empfohlen hatte.

Noch vor der Veröffentlichung von Daguerre's Verfahren legte Fox Talbot am 20. Januar 1839 der kön. Ges. in London eine Beschreibung seines ersten Verfahrens auf Chlorsilberpapier vor, welches er 1840 vervollkommnete — indem er zuerst sein Papier mit Silbernitrat, dann mit Jodkalium und endlich mit Gallosilbernitrat überzog, d. h. mit einer wässerigen Lösung von Silbernitrat, der Gallussäure und Essigsäure zugesetzt waren. Er exponirte dann, entwickelte das latente Bild in der vorgenannten Lösung und fixirte endlich mit Bromkalium. Nachdem er so ein negatives Bild erhalten, d. h. ein solches, auf dem die weissen Theile des Gegenstandes schwarz wiedergegeben waren, machte er davon positive Abdrücke auf Chlorsilberpapier. Dieser Vorgang ist in Fig. 1 und 2, welche die negative und positive Copie eines Blattes vorstellt, veranschaulicht. — Dies Verfahren erfuhr nach und nach durch verschiedene ausgezeichnete Operateure bedeutende Verbesserungen.

Fig. 1. Negatives Bild.

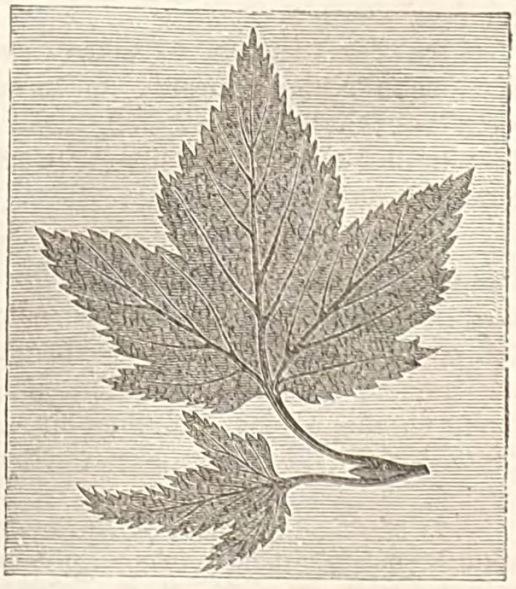


Fig. 2. Positives Bild.

Um dieselbe Zeit wurden mit der Daguerreotypie glückliche Umgestaltungen vorgenommen. Petzval berechnete eine lichtstarke Portraitlinse, welche Voigtländer 1840 vortrefflich ausführte und dadurch eigentlich erst die Aufnahme von Portraits ermöglichte. Ferner entdeckte Fizeau

die wunderbare Wirkung, welche unterschwefligsaures Natron und Gold auf die Haltbarkeit und Schönheit des fixirten Bildes ausüben, und Claudet, im Jahre 1841, den nicht weniger wunderbaren Einfluss des Jod-Broms und Chlors als beschleunigende Substanzen für Daguerreotypplatten, mit deren Hülfe die Aufnahmezeit auf wenige Secunden reducirt wurde.

Im Jahre 1847 gelang es Niepce de St.-Victor, dem Neffen des Niepce von Châlons, Glas mit einer Schicht von jodkaliumhaltiger Stärke oder Eiweiss zu überziehen, mit Silberlösung empfindlich zu machen, nach der Belichtung mit Gallussäure zu entwickeln, mit Bromkalium zu fixiren und auf diese Weise in der Camera Bilder zu erlangen, die unvergleichlich viel schöner waren, als die Negative auf Papier. Die Negative wurden auf Chlorsilberpapier copirt. Blanquart-Evrard verbesserte 1845 die Farbe der Papierbilder durch Anwendung des Fizeau'schen Goldbades für Daguerreotypplatten auf Papier; ihm verdankt man auch 1848 die Einführung des Albuminpapieres, das ungleich brillantere Copien als gewöhnliches Papier giebt.

Hunt wendete 1844 zunächst Eisenvitriol, statt Gallussäure als Hervorrufer des unsichtbaren photographischen Bildes an (auf Chlorsilberpapier); Regnault bezeichnete 1850 zuerst die Pyrogallussäure als energischeren Entwickler im Vergleich mit Gallussäure.

Endlich fand Legray im Jahre 1850 das Collodium als geeignet, sehr rasch Bilder zu geben, und im nächsten Jahre veröffentlichten Fry und Archer eine vollständige Negativ-Methode auf Grundlage des Collodiums.

Die Collodiummethode, wie sie von Archer beschrieben wurde (Jod collodion, und Eisenvitriol-Entwicklung) war fast ganz dieselbe, welche wir noch heute ausüben. Kaum eine bedeutende Aenderung ist darin gemacht worden.

Um der Unbequemlichkeit des nassen Collodion-Verfahrens, namentlich für Arbeiten im Freien zu entgehen, waren schon mehr oder weniger erfolgreiche Versuche gemacht worden, als Taupenot 1855 sein sicher zu handhabendes Collodion-Trocken-Verfahren (mittelst eines Albumin-Ueberzuges) mittheilte, welches von Fothergill (1858) modificirt wurde. Zum Albumin-Trocken-Verfahren gesellte Russell (1861) sein Tannin-Trocken-Verfahren, welches rasch Eingang fand und zum modernen Emulsions-Verfahren führte.

Die Idee, eine lichtempfindliche Jod-, Brom- oder Chlorsilber-Emulsion zu erzeugen, wurde bereits 1853 von Gaudin ausgesprochen, ohne dass er sie näher beschrieb. Erst 1861 publicirte er Versuche mit Jod- und Chlorsilber-Emulsion, welche er „Photogène" nannte.

Im Jahre 1862 entdeckte Russell und mit ihm fast zugleich Leahy — angeregt durch die von Anthony 1862 vorgenommene Ammoniak-Räucherung von Tanninplatten vor der Belichtung und Glover's ähnlichen Versuchen mit Räuchern nach der Belichtung — die alkalische Pyrogallus-Entwickelung, welche die Photographie mit Trockenplatten enorm förderte.

Als brauchbares selbstständiges Verfahren tauchte das später zur höchsten Bedeutung gelangte Bromsilber-Emulsions-Verfahren mit Collodion im September 1864 auf; die Entdeckung wurde von Sayce gemacht und später von ihm und Bolton näher beschrieben.

Das Chlorsilber-Collodion zu Copirzwecken (Diapositiven) wurde von Simpson 1865 zuerst beschrieben.

Die zu Negativ-Aufnahmen dienende Bromsilber-Emulsion wurde durch den Ersatz des Collodions durch Gelatine zur höchsten Vollendung gebracht,

indem dadurch an Lichtempfindlichkeit alles bisher Dagewesene übertroffen wurde. Als Erfinder des Bromsilber-Gelatine-Verfahrens ist Dr. Maddox (1871) zu betrachten, dessen Portrait als Titelblatt dieses Werkes, hier zum ersten Male der Oeffentlichkeit übergeben ist. Durch King (1873), Kenett, (1874), Bennett (1878), Monckhoven (1879), Vogel und den Verfasser wurde das neue Verfahren ausgebildet.

Der durch Carey Lea 1877 entdeckte und vom Verfasser 1879 wesentlich vereinfachte Eisenoxalat-Entwickler, mit dem von Abney (1880) und Wilde (1881) eingeführten Beschleunigungsmittel (Hyposulfit) für diesen Entwickler, war für die Einführung des Bromsilber-Emulsions-Verfahrens in die Praxis von Belang.

Die photographische Verwendung von Chlorsilber-Gelatine-Emulsion mit Hervorrufung wurde vom Verfasser und Pizzighelli 1881 ermöglicht.

Die Geschichte der sogenannten photomechanischen Druckmethoden (Lichtdruck, Heliogravure etc.) knüpft sich zunächst an den Asphalt. Schon Joseph Nicéphore Niepce hatte vor der Entdeckung der Daguerreotypie beobachtet, dass eine Asphalt-Schicht durch Lichtwirkung unlöslich werde und demzufolge ein Lichtbild darauf mittelst Steinöl und Lavendelöl fixirt werden könne. Aber erst nach seinem Tode wurde von seinem Neffen Niepce de Victor das Verfahren wieder aufgenommen und zur Herstellung heliographischer Druckplatten, welche durch Aetzen der mit dem Asphalt-Bilde überzogenen Stahlplatte erzeugt wurde, wesentlich vervollkommnet (1853 und 1855). Es wird ohne wesentliche Aenderung noch heute so ausgeübt.

Auch durch Aetzen der Daguerreotypplatten mit Salpetersäure lassen sich heliographische Platten herstellen. Die ersten derartigen Platten erzeugte Donné schon 1839 und später suchte Berres (1840) das Verfahren weiter auszubilden, ohne jedoch zu besonders günstigen Resultaten zu gelangen.

Die erste Kenntniss der Lichtempfindlichkeit der chromsauren Salze verdanken wir Vauquelin 1798, welcher die Farbenänderung des Silberchromates am Lichte beobachtete. Dieses Salz versuchte auch Ponton 1839 in der Photographie zu verwerthen und entdeckte dabei die Lichtempfindlichkeit eines mit Kaliumbichromat getränkten Papieres. Im Jahre 1853 fand Talbot, dass das Gemisch von Gelatine und Kaliumbichromat durch das Licht seine Löslichkeit in warmem und sein Aufquellvermögen in kaltem Wasser verliert. Er benutzte diese Beobachtung zur Erzeugung eines Bildes auf Stahlplatten, welches er dann anätzte. Poitevin bildete das Verfahren aus und erfand das Kohleverfahren und die Photolithographie mit Chromat-Gelatine, legte hiemit die Grundlage zum Lichtdruck (1854 und 1855). Der Lichtdruck im eigentlichen Sinne des Wortes wurde zuerst von Maréchal und Tessier du Mothay (1866) ausgeführt und von Albert und Husnik vervollkommnet.

Die Combination von Photographie und Galvanoplastik versuchte zuerst Fizeau (1841), indem er ein Daguerreotyp mit einer galvanischen Kupferschicht überzog und so eine Platte erhielt, welche zum Abdruck geeignet war und in groben Umrissen das Original wiedergab, welches Verfahren Beuvière (1850) mit wenig Glück weiter ausarbeitete. Die Erfindung der Photogalvanographie nach photographischen Leim-Reliefs, welche sich als ausserordentlich belangreich erwies, machte Pretsch 1855, indem er ein Gemenge von Leim und Kaliumbichromat belichtet, mit kaltem Wasser behandelte, wodurch die nicht vom Licht getroffenen Stellen anquollen und

so ein Relief gaben, welches galvanoplastisch abgeformt wurde. Diese Methode wurde später wesentlich vervollkommnet.

Schliesslich noch Einiges über die Geschichte des interessantesten Problemes, die Photographie in natürlichen Farben (Photochromie).

Die erste Andeutung hierüber machte Sennebier 1782, indem er die Beobachtung mittheilte, dass das Chlorsilber im Violett mehr einen Stich ins Blaue, gegen Roth zu aber hellere Nuancen annehme. Genau und deutlich beschrieb aber erst Seebeck 1810 die Eigenschaft des Chlorsilbers sich im Spectrum derartig zu verändern, dass es Farbennuancen annimmt, welche jenen Spectralfarben ähnlich sind, von welchem es getroffen wurde.

Sir John Herschel macht weitere Beobachtungen in dieser Richtung; er bemerkte im Februar 1840, dass ein mit Chlorsilber bereitetes und im Sonnenlichte geschwärztes Papier unter dem Einflusse der Strahlen des Spectrums im Rothen, Grünen und Blauen analoge Farben annahm. Diese Erfahrungen fanden jedoch ebenso wenig Anklang wie jene Seebecks, da die ganze Welt von der Unmöglichkeit einer Lösung des Problems überzeugt war und die durch Herschel beobachtete Thatsache für etwas bloss Zufälliges hielt.

Edmund Becquerel's Untersuchungen über Photochromie — 1847, 1848 und 1855 — übertrafen alle vorhergehenden. Er bereitete seine empfindliche Schicht, indem er eine polirte Silberplatte in die Lösung eines Metallchlorids oder in Chlorwasser tauchte; es bildet sich eine violette Schicht von Silbersubchlorid, welche unter dem Einflusse farbiger Gläser oder des Spectrums den empfangenen Eindruck annimmt und so lange festhält, als man eine nachfolgende Lichteinwirkung vermeidet.

Niepce de St.-Victor 1851—1866 und nach ihm Zenker und Saint-Florent (1874) haben viele Versuche gemacht, sowol um die Methode Becquerel's zu vervollkommnen, als auch um diese Farben in dauernder Weise zu fixiren. Dieser letzte Punkt harrt aber noch der Lösung.

Da sich der directen Photographie in natürlichen Farben so grosse Schwierigkeiten entgegensetzten, dass die Experimentatoren sich abschrecken liessen, diese Bahn weiter zu verfolgen, so suchte man die Lösung auf indirektem Wege (Cros und Ducos du Hauron 1869) mit mehr oder weniger guten Erfolgen.

Ueber die weitere Entwicklung dieser und anderer Zweige der Photographie, wird im weiteren Verlaufe des Werkes gesprochen werden.

ZWEITES CAPITEL.

CHEMISCHE WIRKUNGEN DES LICHTES UND DESSEN BEZIEHUNGEN ZU WÄRME UND ELECTRICITÄT.

Literatur.

Zur Photochemie: Link und Heinrich, „Ueber die Natur des Lichtes", 1808. — Landgrebe, „Ueber das Licht", 1834. — Hunt, „Researches on light", 1. Aufl. 1844; 2. Aufl. 1854. — Becquerel, „La Lumière, 1868. — Eder, Geschichte der Photochemie" (Photogr. Correspond. 1881, S. 9 u. ff.). — Eder, „Ueber die chemischen Wirkungen des farbigen Lichtes", 1879; Auszug. Beibl. Ann. Phys. Chem. 1880. — Vogel, „Lehrbuch der Photographie". 3. Aufl. 1878.

Zur Thermographie: Hunt, Thermography. Philosophic. Magaz. December 1842; auch Poggendorff, Annal. Bd. 58, S. 326. — Hunt, Researches on Light. London 1844, pag. 219, woselbst Hunt's, Moser's, Knorr's und Karsten's Versuche beschrieben sind. — Moser, „Ueber den Process des Sehens und die Wirkung des Lichtes auf alle Körper." Poggendorff, Annalen. 1847, Bd. 56, S. 177. Bd. 57, S. 23. Bd. 59, S. 155. Bd. 60, S. 40. — Waidele, Moser's unsichtbares Licht. Wien 1843. — Niepce de St. Victor, Ueber Thermographie. Comptes rendus. 1859. Bd. 58, S. 741 und Bd. 59, S. 1001; Dingler, Polytechn. Journ. Bd. 157, S. 457; Kreutzer, Zeitschr. f. Photographie. Bd. 3, S. 43. Bd. 5, S. 151. — Knorr, Thermographie. Poggendorff, Annalen. 1843. Bd. 58, S. 563. — Draper, Philos. Magaz. Bd. 21, S. 452 und 348. — Clauby, Comptes rendus. Bd. 48, S. 1026. — Weitere Literatur s. Fortschr. der Physik. 1845. S. 271.

Zur Electrographie: Karsten, Poggendorff Annalen. 1842. Bd. 57. Bd. 58. Bd. 60. — Nedden, Die electrischen Bilder und die Lichtbilder. Dingler, Polytechn. Journal. 1859. Bd. 154, S. 278; 1860. Bd. 155, S. 295. — Grove, Horn's Photogr. Journal. 1857. S. 39.

Eine gedrängte, aber ausführliche Schilderung unserer Kenntnisse von den chemischen Wirkungen des Lichtes, mit anderen Worten, eine Skizze der „Photochemie" wurde zur Orientirung auf diesem Gebiete vor der speciellen Darstellung der eigentlichen Photographie eingeschoben, da sie den Schlüssel zu einer Reihe von selteneren photographischen Prozessen bilden. Da hier dem Plane des Werkes zufolge unmöglich auf alle Details eingegangen werden konnte, so wurden die einschlägigen Literaturangaben mit grosser Sorgfalt angegeben, um im Bedarfsfall ein bequemes Detailstudium zu ermöglichen; die Behandlung ist ungefähr dieselbe, wie sie der Verfasser für den Artikel „Chemische Wirkungen des Lichtes" in Fehling's „Neuem Handwörterbuch der Chemie" einschlägt.

I. Allgemeines.

Das Licht veranlasst häufig chemische Processe, molekulare Veränderungen, Verbindungen und Trennungen, welche als photochemische Processe bezeichnet werden. Diejenigen Strahlen des Sonnenspectrums, welche bei diesen Processen die überwiegendste Wirkung zeigen, nennt man häufig „actinische Strahlen", und die chemische Wirkung des Lichtes „Actinismus". Weil auf die Mehrzahl der untersuchten Substanzen das violette Ende des Spectrums am stärkten einwirkt, so bezeichnet man mitunter, nach Wollaston's Vorgange (1802 [1]), die brechbaren Strahlen schlechtweg als „chemisch-wirksame oder actinische Strahlen". Es giebt aber keine Farbe, welche chemisch absolut unwirksam wäre, auch das äusserste Roth wirkt auf Silbersalze, ja auf viele Substanzen äussert das rothe Licht einen stärkeren Einfluss, als das violette. Ebenso wenig haltbar ist die Bezeichnung der stärker brechbaren Strahlen als „reducirende" und der weniger brechbaren als „oxydirende", welche von Ritter 1801 [e]) und Davy 1812 [45]) stammt.

a) Link u. Heinrich, „Ueber die Natur des Lichtes" 1808. — b) Landgrebe, „Ueber das Licht", 1834. — c. Hunt, „Researches on light". 1. Aufl. 1844: 2. Aufl. 1854. — d) Becquerel, „La Lumière", 1868. — e) Eder, „Geschichte der Photochemie" (Photogr. Corresp. 1881, S. 9 u. ff.). — f) Eder, „Ueber die chemischen Wirkungen des farbigen Lichtes". 1879; Auszug Beibl. Ann. Phys. Chem. 1880. — g) Vogel, „Lehrbuch der Photographie". 3. Aufl. 1878. — 1) Gilbert's Ann. *31*, S. 416; *39*, S. 291. — 2) Fortsch. d. Phys. 1850 bis 1851, S. 528. — 3) Krönig, J. Phys. *1*, S. 253. — 4) Pogg. Ann. *130*, S. 434. — 5) Phil. Mag. [4] *1*, S. 368. — 6) Photogr. Journ. of London. 1859; Horn Phot. Journ. 1860. Bd. 13, S. 25. — 7) Kreutzer, Zeitsch. f. Phot. 1860, Bd. 2, S. 357. — 8) Fortsch. Phys. 1845, S. 276. — 9) Wien. Acad. Ber. *80* [2], S. 636. — 10) Pogg. Ann. 56, S. 177. — 11) Ebend. *58*, S. 563. — 12) Compt. rend. *48*, p. 1001. — 13) Bull. soc. franç. Photogr. 875, p. 92. — 14) Moniteur d. Photogr. 1879, p. 16. — 15) Sill. Am. J. *43*, p. 185. — 16) Pogg. Ann. *193*, S. 595. — 17) Phil. Mag. *19*, p. 195; *51*, p. 161; [4] *44*. p. 422. Chem. Centrbl. 1851. S. 705. — 18) Pogg. Ann. *143*, S. 166. — 19) Ebend. *96*, S. 373; *100*, S. 43; *101*, S. 275; *108*, S. 193. — 20) Marchand, „Étude sur la force chimique contenue dans la lumiére du soleil". 1875. — 21) Pogg. Ann. *153*, S. 218; Dt. chem. Ges. *6*, S. 1302; *7*, S. 546, 976; *8*, S. 95, 1635. — 22) Jahresber. d. Chem. 1874, S. 170. — 23) Fortschr. d. Phys. 1870, S. 400. — 24) Compt. rend. *70*, p. 941. — 25) Chem. Centralbl. 1874, S. 418. — 26) Chem. Centralbl. 1875, S. 291. — 26) Scherer's J. *10*, S. 115 — 28) Pogg. Ann. *24*, S. 386. — 29) Ann. ch. phys. 1867 [4] *10*, p. 194. — 30) Jahresber. d. Chem. 1867, S. 108; 1872, S. 131; Photogr. Mitth. 1867. Bd. 3. S. 149. Phot. Corresp. 1877. S. 65. — 31) Dingl. pol. J. *201*, S. 144. — 32) Pogg. Ann. *143*, S. 439. — 33) Compt. rend. *9*, p. 376. — 34) Chem. Centralbl. 1880, S. 565. — 35) Fortschr. Phys. 1869, S. 414. — 36) Ebend. 1857, S. 266. — 37) Ebend. 1857, S. 267. — 38) Jahresber. d. Chem. 1848, S. 221. — 39) Dt. chem. Gas. 1871. S. 459. — 40) Jahresber. d. Chem. 1871, S. 180. — 41) J. pr. Chem. [2] 7, S. 376. — 42) Pogg. Ann. *6*, S. 19; *12*, S. 144. — 43) Phot. Arch. 1866, S. 132. — 44) Ann. ch. phys. [3] *37*, p. 297. — 45) Davy, Elemente d. chem. Theils d. Naturwiss. 1814, S. 185. — 46) Pogg. Ann. *9*, S. 171. — 47) Jahresber. d. Chem. 1865, S. 96. — 48) Ebend. 1865, S. 96. — 49) Hofmann, Moderne Chem. 4. Aufl. S. 55. — 50) Fortschr. Phys. 1850, S. 522. — 51) Ebend. 1856, S. 522. — 52) Ann. ch. phys. *47*, p. 191. — 53) Fortschr. Phys. 1850, S. 522. — 54) Jahresber. d. Chem. 1859, S. 223. — 55) Ebend. 1864, S. 279. — 56) Chem. Centralbl. 1879, S. 372, — 57) J. pr. Chem. 1854, S. 475. — 58) Jahresber. d. Chem. 1855, S. 189. — 59) Photogr. Arch. 1865, S. 25, 81. — 60) Chastaing, Ann. ch. phys. 1877, p. 145; Auszug Beibl. Ann. Phys. Chem. 1877, S. 517. — 61) Compt. rend. *69*, p. 397. — 62) Chem. Centralbl. 1870, S. 370; Jahresber. d. Chem. 1873, S. 164. — 63) Chem. Centralbl. 1881, S. 401. — 64) Dingl. pol. J. *191*, S. 173. — 65) Compt. rend. 1865, p. 321, 981. — 66) Jahresber. d. Chem. 1871, S. 185. — 67) Bull. soc. franç. photogr. 1858, p. 213. — 68) Jahresber. d. Chem. 1855, S. 189. — 69) Compt. rend. *59*, p. 85.

Die chemisch wirksamen Strahlen zeigen gleichfalls Interferenz- (Arago 1821), Beugungs- (Kastner[2]) und Polarisations-Erscheinungen (Berard 1812[212]), Wartmann 1851[3]). — Das polarisirte Licht bringt chemische Wirkungen hervor (Lerebours 1851[213]) Sutherland[4]), bei welchen die Schwingungsrichtung ohne Einfluss ist (Draper[5]). — Sutherland fand, dass das purpurrothe Licht bei Polarisations-Erscheinungen stärker als das gelbe wirkt, das violette und grüne aber gleich stark wirken[4]). Duboscq lieferte 1855 Photographien von Polarisations-Erscheinung beim Quarz[214]).

— 70) Dingl. pol. J. *134*, S. 302; *139*, S. 37. — 71) Jahresber. d. Chem. 1855, S. 189. — 72) Dingl. pol. J. *132*, S. 65. — 73) Ebend. *134*, S. 297. — 74) Ebend. *139*, S. 37; Jahresber. d. Chem. 1855, S. 188. — 75) Phot. Corresp. 1871, S. 8. — 76) Ebend. 1879, S. 171. — 77) Photogr. Wochenbl. 1881, S. 234. — 78) Dingl. pol. J. *199*, S. 511. — 79) Photogr. Corresp. 1881, S. 29. — 80) Dingl. pol. J. *179*, S. 87. — 81) Ebend. *65*, S. 63; *134*, S. 297; *151*, S. 440. — 82) Phot. Arch. 1871, S. 97. — 83) A. Vogel, Trommsdorff's J. Pharm. *16*, 1. S. 173; 22, 2. S. 68; Schweigg. J. *9*, S. 236; Gilbert's Ann. *18*, S. 375. — 84) Compt. rend. *9*, p. 255. — 85) Field, „Chromatographie", 1836. — 86) Erdmann's J. techn. Chem. *14*, S. 33, 455. — 87) Suckow, „Ueber die chemischen Wirkungen des Lichtes". 1832, S. 40; Pogg. Ann. *32*, S. 387. — 88) Repert. Pharm. 51. S. 27. — 89) Trommsdorff's J. Pharm. 18 S. 221. — 90) Stamm's Neueste Erfahrg. 1856, S. 53. — 91) Jahresber. d. Chem. 1859, S, 34. — 92) Phot. Mitthl. *15*, S. 91, 107. — 93) Ebend. *14*, S. 49. — 94) Ebend. *15*, S. 91, 107. — 95) Ebend. *19*, S. 48. — 96) Ebend. *16*, S. 179. — 97) Ebend. *19*, S. 50. — 98) Beibl. Ann. Phys. Chem. 1881, S, 286. — 99) Buchner, Repert. Pharm. *57*, S. 335. — 100) Pogg. Ann. *94*, S. 597; *97*, S. 304. — 101) Phot. Corresp. 1866, S. 62. — 102) Jahresber. d. Chem. 1877, S. 138. — 103) Jahrber. Chemie. 1879. S. 182; 1880. S. 195. — 104) Fortschr. d. Phys. 1869, S. 413. — 105) Zeitschr. anal. Chem. 1877, S. 114. — 106) Chem. Centralbl. 1880, S. 6. — 107) Ebend. 1876, S. 49. — 108) Schweigg. J. Chem. Phys. *9*, S. 18. — 109) Buchner, Repert. Pharm. *38*, S. 281. — 110) Chem. Centralbl. 1875, S. 610. — 111) Fortschr. d. Phys. 1878, S. 360. — 112) Eder, „Reactionen der Chromsäure u. d. Chromate auf org. Substanzen in ihren Beziehungen zur Photographie", 1878; Auszug: J. pr. Chem. 1879. *14*, S. 294. — 113) Compt. rend. 1843. *36*, p. 780. — 114) Ebend. *42*. p. 20; *52*, p. 95; *62*, p. 95. — 115) Arch. Pharm. [3] 2, S. 41. — 116) Chem. Centralbl. 1865, S. 383. — 117) Jahresber. d. Chem. 1874, S. 171 — 118) Ebend. 1863, S. 101; Fortschr. d. Phys. 1874. S. 602. — 119) Dingl. pol. J. *159*, S. 144; *162*, S. 298; *169*, S. 276. — 120) Dass unter gewissen Umständen dennoch die Wärme einwirkt s. Zantedeschi u. Borlinetto, Wien. Acad. Ber. *21*, S. 243 und Abney 204. — 121) Wien. Acad. Ber. *82* [2]. 1880. — 122) Chem. Centralbl. 1870, S. 81. — 123) Ebend. 1871, S. 114. — 124) Ebend. 1871, S. 591. — 125) Fortschr. d. Phys. 1864, S. 265. — 126) Jahresber. d. Chem. 1867, S. 109. — 127) Fortschr. d. Phys. 1846, S. 228. — 128) Ebend. 1849, S. 206. — 129) Chem. Centralbl. 1870, S. 84. — 130) Ebend. 1870, S. 182. — 131) Kreutzer, Jahresber. Photogr. 1857, S. 64. — 132) Fortschr. d. Phys. 1858, S. 282. — 133) Ebend. 1869, S. 408. — 134) Moniteur de la Photogr. 1878, p. 164. — 135) Phot. Mitth. 1867. *4*, S. 206. — 136) Ann. Ch. Pharm. *113*, S. 114. — 137) Ebend. *122*, S. 113. — 138) Kreutzer, Zeitschr. f. Photogr. 1860, S. 252. — 139) Beibl. Ann. Phys. Chem. 1880. — 140) Photogr. Arch. 1865, S. 1. — 141) Wien. Acad. Ber. *66*. [3]. — 142) Ann. Ch. Pharm. *72*, S. 106. — 143) Schweigg. J. *13*, S. 358. — 144) Buchner, Repert. Pharm. *49*, S. 112. — 145) Fortschr. d. Phys. 1848. S. 195. — 146) Polyt. Centralbl. 1856, S. 1076; Compt. rend. *42*, p. 636. — 147) Pogg. Ann. *127*, S. 493; Chem. Centralbl. 1866, S. 606. — 148) Wien. Acad. Ber. *80* [2], S. 636: Auszug Beibl. Ann. Phys. Chem. 1880. — 149) Trommsdorff's N. J. Pharm. *10*, 1. S. 188. — 150) Eder, Photographie mit Bromsilber-Emulsionen. 1881. — 151) J. pr. Chem. *8*, S. 63. — 152) Brandes, Arch. Pharm. *11*, S. 250. — 153) Dingl. pol. J. *151*, S. 440. — 154) Kastner's Arch. *9*, S. 349. — 155) J. pr. Chem. *10*, S. 380. — 156) Schweigg. J. *47*, S. 122. — 157) Ann. Ch. Pharm. *155*, S. 204. — 158) J. pr. Chem. *3*, S. 225. — 159) Fortschr. d. Phys. 1845, S. 279. — 160) J. pr. Chem. *12*, S. 250. — 161) Fortschr. d. Phys. 1845, S. 281. — 162) Dingl. pol. J. *144*, S. 440. — 163) Schweigg. J. *9*; S. 403. — 164) Pogg. Ann. *119*. S. 497. — 165) Fischer, „Ueber die Wirkung des Lichtes auf Hornsilber". 1814. — 166) Jahresber. d.

Nur jene Lichtstrahlen verursachen die chemische Veränderung eines Körpers, welche von diesem Körper verschluckt werden und zwar sprach Draper zuerst den Satz aus: Bei jeder durch das Licht verursachten Veränderung eines Körpers, werden gewisse Strahlen von bestimmter Brechbarkeit absorbirt und ohne Absorption ist überhaupt keine photochemische Veränderung möglich (Draper[17]), Schultz-Sellack[18]), H. W. Vogel). Während des photochemischen Processes wird Licht absorbirt und zwar mehr, als dieselbe Substanz davon absorbiren würde, wenn das Licht durchginge, ohne eine chemische Action auszuüben; man unterscheidet daher zwischen optischer und chemischer Absorption (Extinction) des Lichtes. Der chemische Extinctionscoëfficient für Chlorknallgas wurde von Bunsen und Roscoë scharf bestimmt[19]). Das Licht, welches durch Chlorknallgas, Ammoniumferricitratlösung (Draper[17]), ein Gemisch von Eisenchlorid und Oxalsäure (Marchand[20]), Quecksilberchlorid und Ammoniumoxalat (Eder[9]) etc. gegangen ist, übt zum zweiten Mal auf dieselbe Substanz keine chemische Wirkung aus.

Chem. 1851, S. 369. — 167) Pogg. Ann. *46*, S. 632. — 168) Kreutzer, Zeitschr. Photogr. 1861, S. 189. — 169) Pogg. Ann. *117*, S. 529. — 170) Ebend. *48*, S. 220. — 171) Jahresber. d. Chem. 1865, S. 96. — 172) Ebend. 1866, S. 81. — 173) Fortschr. Phys. 1864, S. 255. — 174) Jahresber. d. Chem. 1867, S. 110. — 175) Beibl. Ann. Phys. Chem. 1879, S. 621. — 176) Buchner, Repert. Pharm. *63*, S. 220. — 177) Ber. bair. Acad.; Phot. Mitthl. 1864. *1*, S. 121. — 178) Sill. Am. J. [3] *15*, p. 189; Phot. Mitthl. *15*, S. 51. — 179) Dt. chem. Ges. *12*, S. 136. — 180) Phil. Mag. *19*, p. 186. — 181) Chem. Centralbl. 1879, S. 367. — 182) J. pr. Chem. [2] *12*, S. 39. — 183) Fortschr. d. Physik. 1845, S. 281. — 184) Phot. Mitth. *13*, S. 217. — 186) Arch. Pharm. *74*, S. 1; Phot. Arch. 1860, S. 115. — 187) Pogg. Ann. *125*, S. 329. — 189) Ebend. *153*, S. 218. — 189) Dt. chem. Ges. *13*, S. 1204; *14*, S. 1024. — 190) Wien. Acad. Ber. *81* [2], S. 679. — 191) Pogg. Ann. *58*, S. 107. — 192) Beibl. Ann. Phys. Chem. 1880, S. 615. — 193) Fortschr. d. Phys. 1846, S. 235. — 194) Ebend. 1848, S. 194. — 195) Phil. Mag. [5] *11*, p. 300; Beibl. Ann. Phys. Chem. 1881, S. 509. — 196) Amer. J. of Science; Phot. Corresp. 1877, S. 205. — 197) Jahresber. d. Chem. 1868, S. 108. — 198) Ann. Ch. Pharm. *122*, S. 113. — 199) Jahresber. d. Chem. 1864, S. 593; 1866, S. 680. — 200) Ann. Ch. Pharm. *122*, S. 113. — 201) Zeitschr. anal. Chem.; Phot. Arch. 1864, S. 430. — 202) Compt. rend.; Phot. Mitthl. 1867. *4*, S. 207. — 203) Dt. chem. Ges. 7, S. 88. — 204) Ueber die günstigsten Bedingungen hierzu s. Abney, Phil. Trans. 1850. 2, p. 653; Beibl. Ann. Phys. Chem. 1881, S. 507. — 205) Dt. chem. Ges. *10*, S. 1383. — 206) Fortschr. d. Phys. 1871, S. 468. — 207) Ebend. 1874, S. 609. — 208) Dt. chem. Ges. 1874, S. 358. — 209) Pogg. Ann. *117*, S. 316. — 210) Jahresber. d. Chem. 1875, S. 147. — 211) Pogg. Ann. *97*, S. 135. — 212) Fortschritt. d. Phys. 1850—51. S. 528. — 213) La Lumière, 1851. Bd. 1. S. 79. — 214) Kreutzer, Jahresber. f. Photogr. 1855. S. 491. — 215) Jahresber. Chem. 1880. S. 194. — 216) Poggend. Annal. Bd. 24. S. 387. — 217) Philosoph. Magazine 1849. Bd. 35. S. 439. — 218) Peligot: Le Verre, son histoire etc. 1877. S. 49. — 219) Phot. Mitth. Bd. 8. S. 188. — 220) Dingler Polytech. Jour. Bd. 82. S. 192. — 221) Dingler Polyt. Jour. Bd. 81. S. 149. — 222) Phot. Arch. 1872. S. 262. — 223) Fehling, Neues Handwörterbuch der Chemie. Bd. 3. S. 1147. — 224) Phot. Arch. 1875. S. 13. — 225) Fortschr. d. Phys. 1852. S. 341. — 225) London, Phot. Society. Bd. 7. S. 48; Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3. S. 107. — 226) London Phot. Society. Bd. 6. S. 233; Kreutzer, Zeitsch. f. Phot. 1860. Bd. 1. S. 191. — 227) Phot. Mitth. 1878. Bd. 15. S. 108. — 228) Brit. Jour. Bd. 7. S. 98; Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 2. S. 229. — 229) Horn's Phot. Jour. 1857. S. 39. — 230) Bibl. universelle. Bd. 33. S. 400. Poggend. Annal. 1841. Bd. 130. S. 43. — 231) La lumière. 1851. Bd. 1. S. 118. — 232) France industrielle 1841; Dingler, Polytech. Jour. Bd. 81. S. 157 und Bd. 154. S. 281. — 233) Horn, Phot. Jour. 1858. Bd. 10. S. 95. — 234) Phot. Mitth. 1878. Bd. 15. S. 209. — 235) Phot. Mitth. 1879. Bd. 15. S. 303. Auch Dumas liess Electricität während der Exposition durch die Platte strömen (Bull. soc. franç. phot. 1875. *1*; Bull. Assoc. belge. phot. Bd. 1. S. 250). — 236) Der Naturforscher. 1877. Bd. 10. S. 205; 1881. Bd. 13. S. 31. — 237) Jour. pract. Chem. Bd. 27, S. 385.

H. W. Vogel fand, dass nicht nur die Absorption des lichtempfindlichen Körpers selbst, sondern auch die Absorption von beigemengten Stoffen bei der chemischen Wirkung des Lichtes eine wichtige Rolle spielen könne. Viele beigemengte Farbstoffe machen Brom-, Jod- und Chlorsilber für diejenigen Strahlen des Spectrums empfindlich, welche von dem Farbstoff optisch absorbirt werden, wodurch man im Stande ist, die genannten Silbersalze lichtempfindlich zu machen für die bis dahin für photographisch unwirksam gehaltenen gelben und rothen Strahlen des Spectrums. Diese Stoffe nennt Vogel optische Sensibilisatoren [21]f). Es zeigen aber nicht alle Farbstoffe diese Wirkung [21]), und bei anderen lichtempfindlichen Substanzen, wie Ammoniumferrioxalat, Kaliumchromat, Urannitrat, Ferridcyankalium ist ein Einfluss der sogenannten optischen Sensibilisatoren gar nicht zu erkennen (Carey Lea [22]).

Ueber den Zusammenhang von Licht- und Wärmewirkung, sowie Einfluss der Electricität s. u.

II. Durch Licht bewirkte Veränderungen des Molekularzustandes.

Weisser Phosphor wird im Sonnenlicht roth (Böckmann 1800, Parrot 1800, Seebeck 1813) sowohl unter Wasser, Alkohol, Aether, als im Vacuum, im Wasserstoff- oder Stickgas (A. Vogel 1813), oder Olivenöl, Terpentinöl, Steinöl (Brugnatelli); die Umwandlung in amorphen Phosphor findet auch bei Abwesenheit von Feuchtigkeit, selbst im zerstreuten Lichte und bei einer Temperatur von — 14° statt (Schrötter). Es wirken besonders die stärker brechbaren Strahlen des Spectrums (Draper). In ähnlicher Weise wirkt das Licht auf den in Schwefelkohlenstoff gelösten Phosphor; während der Action werden die Strahlen von *H* bis ins Ultraviolette absorbirt (Lallemand [23]). — Schwefel, der bei 130° geschmolzen ist, bedeckt sich in der Sonne an der Oberfläche mit in Schwefelkohlenstoff unlöslichem Schwefel, nicht aber im Dunkeln; dagegen erleidet fester Schwefel im Sonnenlichte keine Veränderung (Berthelot [24]). Eine concentrirte Lösung von Schwefelkohlenstoff in einer zugeschmolzenen Röhre der Wirkung der concentrirten Sonnenstrahlen ausgesetzt, scheidet unlöslichen Schwefel ab; das austretende Licht ist aller Strahlen über *G* hinaus beraubt [Lallemand [23]), Berthelot [24])].

Setzt man fein zertheiltes amorphes Selen den Sonnenstrahlen aus, so wird es allmälig in krystallinisches übergeführt (Hittdorf). Krystallinisches Selen leitet die Electricität besser, während es beleuchtet ist, als im Dunkeln. Auf diese Eigenschaft des Selens hin, wurde das „Selenphotometer“ und der „Lichtsprecher“ oder das „Photophon“ construirt. May fand 1872 zuerst die erwähnte Eigenthümlichkeit des Selen's, im Lichte eine bedeutende Leitungsfähigkeit für Electricität anzunehmen. Siemens zeigte, dass dünne Scheibchen Selen, auf 200° erhitzt, und alsdann abgekühlt, eine ausserordentliche Lichtempfindlichkeit besässen (s. Photometer), Bell endlich construirte 1878 das Photophon.

Bell's Photophon besitzt folgende Einrichtung. In dem Kreis einer galvanischen Batterie ist ein Telephon und eine dünne Platte aus krystallinischem Selen eingeschaltet. Wird nun das Selen durch Licht bald erleuchtet, bald verdunkelt, so ändert sich ebenso oft der galvanische Widerstand des Selen's als die Beleuchtung wechselt und man hört dem entsprechend im Telephon einen Ton, dessen Schwingungzahl gleich ist der Anzahl der Belichtungen in der Secunde. Es genügt zu der Belichtung ein Bündel pa

ralleler Sonnenstrahlen, welches von einem dünnen versilberten Glasspiegel zurückgeworfen wird. Derselbe kann bis 250 m und darüber von der Selenplatte entfernt sein. Spricht man von der Rückseite gegen einen dünnen Spiegel, so biegt sich derselbe abwechselnd, so dass er bald convex, bald eben, bald concav ist. Dem entsprechend zerstreuen sich die von ihm zurückgeworfenen Lichtstrahlen bald auf eine grössere, bald auf eine kleinere Fläche. Die Beleuchtungsintensität am Selen ändert sich damit gleichfalls periodisch und man hört im Telephon einen Ton [215]).

Chlorgas soll nach Draper [36]) durch Insolation so modifirt werden, dass es sich dann auch im Finstern mit Wasserstoff vereinigt, was Roscoë [37]) und Becquerel und Frey [45]) widerlegten. Nach Favre und Silbermann [38]) entwickelt bestrahltes Chlor bei der Absorption in Kalilauge 478,85 Wärmeeinheiten, unbestrahltes nur 439,70. Die von Budde [39]) und Melloni [40]) ausgesprochene Vermuthung, dass sich das Molekül Chlor im Lichte in Atome spalte, wurde von Ersterem später widerrufen [41]).

Zinnober wird im Lichte allmälig schwarz (Vitruvius, Plinius s. I. Cap. pag. 2), indem sich aus dem krystallinischen rothen nunmehr schwarzes amorphes Quecksilbersulfid bildet. Auf nassem Wege bereiteter Zinnober erleidet diese Veränderung rascher, als sublimirter; unter alkalischer Lösung erfolgt die Schwärzung sehr rasch, langsamer unter Wasser, nicht unter Salpetersäure [Heumann [25]), Böttger [26])]. Quecksilber und Schwefel vereinigen sich in zugeschmolzenen Röhren nur bei Lichtzutritt zu rothem, sonst zu schwarzem Schwefelquecksilber (Schrötter [141]). — Durchsichtiger natürlicher rother Realgar verliert in der Sonne die Durchsichtigkeit und bedeckt sich mit einem gelben Beschlag (Sage [27]). — Rothspiessglanzerz soll ebenfalls vorzugsweise an den von Licht getroffenen Stellen undurchsichtig werden [e]). — Der Hyacinth verliert im Lichte Glanz und Farbe (Richter [28]).

Fast alle farblosen Gläser ändern im Lichte ihre Farbe, indem sie mehr oder weniger gelb, grünlich, violett, purpurfarbig etc. werden. Diese Erscheinung beobachtete schon Faraday 1823 [216]) und Splittberger 1839 [217]). Am ausführlichsten beschäftigte sich Gaffield seit 1863 mit diesem Gegenstande [30]). Er fand, dass Fensterglas die oben erwähnten Farben schon nach einem Jahr zeigt und dass der Farbenton allmälig sehr dunkel wird. Es gibt fast kein Glas, welches den Wirkungen der Sonnenstrahlen auf die Dauer Widerstand leistet. Am haltbarsten sind farbloses Kaliglas oder künstlich gefärbte, z. B. blaue Gläser. Mit diesem Gegenstande beschäftigten sich auch noch Bontemps [217]), Pelouze [29]), Peligot [218]). Rasch erkaltetes farbloses Kupfer- oder Goldglas wird durch lange Lichtwirkung, ähnlich wie beim sogenannten „Anlaufen durch Wärme“, roth, ohne dass in einem dieser Fälle eine chemische Aenderung der Zusammensetzung einträte (Knapp [31]).

Jodsilberkrystalle (aus Jodwasserstoffsäure erhalten) färben (reduciren) sich nicht im Lichte, aber zerfallen schnell zu Pulver. Brom- und Chlorsilberkrystalle ändern ebenfalls ihre Structur, werden trübe und verlieren ihren Glanz. Zu diesen Processen ist eine beträchtliche Anfangswirkung des Lichtes nothwendig (s. unten). Diese mechanischen Veränderungen der Silbersalze erfolgen am stärksten, wenn durch gewisse Zusätze die chemische Lichtempfindlichkeit (Reducirbarkeit) aufgehoben oder geschwächt ist (Schultz-Sellack [32]). — Eine mit Jod geräucherte Silberplatte erleidet durch Lichtwirkung eine bedeutende Aenderung der Structur, indem die Jodsilberschichte zuvor dem Reiben Widerstand leistet, nachher sich pul-

verig abreiben lässt (Donné [33]). Aehnlich verhält ein jodirter Glasspiegel (Schultz-Sellack [32]).

Vinylbromür giebt im Lichte Polymerisationsproducte [34]). — Photen und Phosen, in Benzol gelöst, werden ohne Aenderung ihrer chemischen Zusammensetzung in Paraphoten und Paraphosen verwandelt; durch Schmelzen gehen letztere wieder in den ursprünglichen Zustand über (Fritsche [35]).

Die geraden rhombischen Säulen des Nickelsulfats zeigen sich nach der Einwirkung des Sonnenlichtes aus Quadratoctaëdern zusammengesetzt; auch die Krystalle von selensaurem Zinkoxyd ändern in der Sonne ihre Krystallform (Mitscherlich [42]). — Bezüglich des Einflusses des Lichtes auf den Krystallisationsprocess bemerkte Petit 1722, dass die Auflösung von Salpeter und Salmiak im Sonnenschein schönere Krystallvegetationen gebe, als im Schatten; Chaptal bemerkte 1788, dass besonders die metallischen Salze an der dem Lichte zugewendeten Seite vegetiren; Dorthes fand 1790, dass Campher in verschlossenen Flaschen besonders an den Wänden, welche dem Lichte zugewendet sind, sublimirt; ähnlich verhält sich Jod, Wasserdampf etc. Bei gewissen Methoden der Versilberung des Glases ist die Mitwirkung des Sonnenlichtes förderlich (Carey Lea [43]).

III. Durch Licht bewirkte Verbindungen.

Chlor und Wasserstoff vereinigen sich im Lichte zu Chlorwasserstoff; bei grellem Sonnenlichte erfolgt heftige Verpuffung (Gay-Lussac und Thénard 1811.) Die Verbindung erfolgt hinter blauem, aber nicht hinter rothem Glase (Seebeck). Das Maximum der Wirkung findet nach Favre und Silbermann [44]) im Indigoblau zwischen *G* und *H* statt. Bunsen und Roscoë fanden zwei Maxima in der Wirkung des Spectrums, eines zwischen *G* und *H*, dann nahm die Wirkung bis gegen gegen *H* etwas ab, stieg bis zur Linie *I* im Beginn des Ultravioletten, um dann im Ultraviolett allmälig abzunehmen; schon vor der Grenze des im Fluorescenzlicht sichtbar werdenden Spectrum, sowie im Roth war die Wirkung unmerklich [19]). Die Zeitdauer, bis die ersten Spuren photochemischer Wirkung (sogenannte photochemische Induction) bemerkbar sind und ferner die Zeitdauer, bis das Maximum in jener Wirkung eintritt, ist je nach den Umständen verschieden; die Zeit der Bestrahlung, welche nothwendig ist, um die ersten Wirkungen, resp. das Maximum der photochemischen Induction, hervorzubringen, ist von der Lichtintensität und der Länge der durchstrahlten Gassäule abhängig. Der unter dem Einflusse des Lichtes aufgehobene Verbindungswiderstand stellt sich sehr bald von selbst im Dunkeln wieder her. Der Widerstand der Verbindung von Chlor und Wasserstoff wird vermehrt durch fremde Gase; z. B. vermindert $^5/_{1000}$ Sauerstoff die Wirkung des Lichtes von 100 auf 9,7. In einem normalen Chlorknallgasgemisch, worin neben der Wärmewirkung noch ein chemischer Effect hervorgebracht wird, ist der Extinctionscoëfficient (für eine Leuchtgasflamme) = 0,00427, während er in einem anderen Chlorgemisch von gleicher Verdünnung, in welcher dieser chemische Effect fehlt, nur 0,00289, also bei weitem weniger beträgt; die Differenz dieser Zahlen giebt den Extinctionscoëfficienten für diejenigen Strahlen allein, welche bei der chemischen Wirkung verbraucht werden. Diese Zahlen sind jedoch für die chemischen Strahlen verschiedener Lichtquellen sehr verschieden (Bunsen und Roscoë [19]). — Die Vereinigung von Chlor und Wasserstoff bewirkt auch das Licht des indianischen Weissfeuers (Seebeck),

von Steinkohlengas, Kohlenoxydgas (Bunsen und Roscoë[19]), das Drummond'sche Kalklicht [46]), das elektrische Licht (Brande [47]), das Magnesiumlicht [Lallemand [47]), Schrötter [48])], das Schwefelkohlenstoff-Stickoxydlicht (Hofmann [49]).

Chlorgas wirkt auf viele organische Verbindungen unter Mitwirkung des Sonnenlichts rasch ein, während es im Dunkeln darauf weniger energisch oder nicht wirkt, so z. B. auf Sumpfgas, Aethylen, Essigsäure, Citronensäure, Aethyläther, Alkohol, Benzol, Naphtalin. Aehnlich verhält sich Brom und Jod gegenüber manchen organischen Verbindungen, z. B. Sumpfgas und Aethylen [b]) [d]).

Das Licht beschleunigt viele Oxydationsprocesse. Metalle, besonders Blei, Arsen, Antimon, sollen nach Schönbein [50]) im Lichte rascher oxydiren. — Quecksilberoxydul färbt sich im rothen Licht unter Sauerstoffaufnahme roth; violettes Licht zerstört wieder die rothe Farbe (Davy); da der Process auch im Vacuum vor sich geht (Becquerel [d]), liegt hier wahrscheinlich ein Zerfallen in metallisches Quecksilber und Quecksilberoxyd vor [87]). — Bleioxyd, besonders auf nassem Wege erzeugtes, färbt sich im Lichte allmälig dunkler gelb, orange und braun (Schönbein [51]); es erleidet diese Veränderung nur bei Gegenwart von Sauerstoff, nicht im Vacuum oder im Wasserstoffgas, indem sich Mennige bildet (Becquerel [d]); dies tritt namentlich bei Gegenwart von Alkali ein (Levol [52]). Im rothen Lichte erfolgt diese Oxydation rascher, als im violetten (Davy). — Schwefelblei oxydirt sich nach Schönbein 1850 [53]) im Lichte in dünnen Schichten rasch zu Bleisulfat und derselbe erhielt sogar photographische Copien auf Schwefelblei-Papier durch Entfärbung; Steinheil erzeugte 1852 gleichfalls auf diesem Wege Copien [219]).

Kupferchlorür färbt sich, namentlich im feuchten Zustande, im Lichte violett bis schwarzbraun [A. Vogel [54]), Wöhler, Grüne [55]), Rosenfeld [56])]; die Veränderung erfolgt sowohl unter Wasser, als schwefliger Säure, aber nicht unter Eisessig (Rosenfeld [56]). Wahrscheinlich bildet sich im Lichte ein Oxychlorür (Wöhler). Auch mit Chlor, Brom oder Jod geräucherte Kupferplatten verhalten sich ähnlich [(Carlemann [57]), Salmon und Garnier [58]), Renault [59])]; chlorirte Kupferplatten zeigen, da ein Maximum der Wirkung zwischen *H* und *M* und ein zweites bei *D* und bromirte Kupferplatten zeigen eine ähnliche Farbenempfindlichkeit (Becquerel [d]). Hier sei auch erwähnt, dass man auf Kupferplatten, welche mit Jod, Brom oder Chlor geräuchert sind, nach dem Belichten in der Camera mittelst Quecksilberdämpfen nach Art der Daguerreotypen Bilder entwickeln kann; diese Beobachtung machte zuerst Talbot und liess sich 1841 darauf ein Patent geben [220]), dann zur selben Zeit Kratochwila [221]), später auch Schultz-Sellack [222]).

Eisenvitriol oxydirt sich im rothen Lichte stärker (= 1,2 bis 1,6), dagegen im violetten Lichte weniger stark (0,1 bis 0,6), als im Dunkeln (= 1,0). Eisenoxydulhydrat und Manganoxydulhydrat verhalten sich analog (Chastaing [60]) [f]). — Metallisches Arsen in verdünnter Kalilauge erleidet bei Luftzutritt im Dunkeln eine Oxydation = 1,00, im violetten Lichte = 0,93 bis 1,00, im rothen = 1,04 bis 1,20, im grünen = 1,00. Auch arsenige Säure in verdünnter alkalischer Lösung oxydirt im rothen Lichte rascher, im violetten langsamer, als bei Lichtausschluss (Chastaing [60]). — Verdünntes Schwefelwasserstoffwasser oxydirt im rothen Lichte am raschesten; Schwefelnatrium zeigt einen Unterschied in der Ausscheidung von Schwefel und Hyposulfit im Lichte

oder im Dunkeln; rothes Licht befördert diese Oxydation am meisten. Wässerige schwefelige Säure verwandelt sich dagegen bei Luftzutritt besonders im violetten Lichte in Schwefelsäure (Chastaing); im luftleeren Raume erfolgt aber eine Spaltung in Schwefel und Schwefelsäure [Moren [61]), Loew [62]), Chastaing [62])]. Sulfite sind bei Luftabschluss lichtbeständig.

Das Licht befördert die Vereinigung des atmosphärischen Sauerstoffes mit dem Kohlenstoff und Wasserstoff der organischen Stoffe.

Nascirender Sauerstoff wirkt auf Benzol bei Gegenwart von Sonnenlicht anders als im zerstreuten Lichte, indem sich nicht im letzteren Falle, wohl aber im ersteren, Phenol bildet (Leeds [63]). — Aether, Aldehyd, Zimmtöl, Bittermandelöl, Terpentinöl, Citronenöl, Xylen oxydiren im violetten Lichte am raschesten (2- bis 3mal rascher als im Dunkeln), langsamer im Grün, Gelb und Roth, am langsamsten bei Lichtausschluss (Chastaing [60]). — Phenol röthet sich im Lichte in Folge einer Oxydation seiner Unreinigkeiten, am meisten im Violett. — Unreines (nicht genügend rectificirtes) Benzin färbt sich im Lichte unter Oxydation dunkel (Niepce [68]); ähnliches gilt vom Dippel'schen Oel [Swindern [89]), Torosewicz [99])] und vom Kreosot. Mineralöle absorbiren unter dem Einflusse des Lichtes Sauerstoff und führen ihn in Ozon über, welcher die Körper, mit denen er in Berührung kommt, leicht oxydirt (Grotkowsky [64]). — Die fetten Oele werden im Lichte zähflüssig (Sennebier [e]), indem sie sich allmälig oxydiren, und zwar wirken hierbei die brechbareren Strahlen energischer, als die weniger brechbaren [Cloëz [65]), Chastaing [60])]. Olivenöl wird in allen seinen Reactionen durch die längere Exposition an Licht und Luft verändert; es färbt sich mit Salpetersäure jetzt nicht mehr grünlich, mit Natronlauge nicht mehr gelblich, wie früher, sondern weiss; mit der Zeit verliert es sogar die Fähigkeit, durch salpetersaures Quecksilberoxydul zum Erstarren gebracht zu werden (Moschini [66]). — Schweinefett wird an Licht und Luft sauer und ranzig; Krauseminzöl und Camillenöl gebleicht (A. Vogel 83); ebenso das rothe Palmöl (Zier [86]). — Leinölfirniss verharzt sehr rasch im Sonnenlichte. In dünnen Schichten oxydirt es sich rasch und wird in Aether unlöslich (Laborde [67]). — Alkoholische oder wässrige Tanninlösung hält sich im Dunkeln unbegrenzt lange, absorbirt aber im Lichte Sauerstoff (Jodin [69]); auch reine trockne Gerbsäure gilbt im Lichte rascher, als im Dunkeln nach. — Der Extract der grünen Wallnüsse dunkelt im Lichte rascher, als im Finstern (Warner [90]).

Bei vielen Harzen wird die Oxydation im Lichte beschleunigt. Guajakharz färbt sich im Lichte dunkler (Hagemann 1872 [e]); Guajakpulver, oder mit dessen weingeistiger Lösung bestrichenes Papier färbt sich im weissen oder violetten Lichte grün bis blau (Oxydation), im rothen unter Reduction wieder gelb [Wollaston 1802 [d]) [f]), Herschel [d])]. Die Bläuung erfolgt im Spectrum von *H* bis *P*; das Maximum der Wirkung liegt bei *M* (Becquerel [d]). — Mastix, Sandarac, *Gummi animae* bleichen im Lichte aus, andere (Ammoniakgummi, Gummigutt) werden dunkler (Sennebier [e]). — Dünne Schichten von Asphalt werden durch das Licht unlöslich in einer Mischung von Steinöl und Lavendelöl (Nicéphore Niepce [84]), ferner in Steinöl und Benzin (Niepce de Victor [70]), in Terpentinöl, Benzol, Petroleumäther; der zuvor in Aether lösliche Theil wird nunmehr in diesem Lösungsmittel unlöslich [Mac-Pherson [71]), Lemercier und Lerebours [72])].

Das Unlöslichwerden beruht in einer Oxydation, indem es weder im Vacuum (Chevreul [73]), noch in einer Wasserstoff- oder Stickstoffatmosphäre (Niepce [74]) oder unter einem dicht aufgeklebten Collodionhäutchen (Schrank [75]) stattfindet. Es wird aber nach Kayser [76]) von keiner Gewichtsvermehrung begleitet, ferner wird unlöslich gewordener Asphalt durch Schmelzen wieder löslich, weshalb Kayser den Process als Polymerisation erklären will. Der in Aether unlösliche, in Chloroform lösliche Theil des Asphalts ist der lichtempfindlichste (Kayser [76]). Auf den Asphalt wirkt das ganze sichtbare Sonnenspectrum ein (Draper). — Auch der in Benzin lösliche Theil des festen Steinkohlentheerpechs wird, in dünner Schicht insolirt, in Benzin oder Benzin-Terpentinöl unlöslich (Biny [77]).

Fester Kautschuk wird nach Swan durch das Licht unlöslich in Benzol und Terpentinöl, aber löslich in Alkohol [78]). Auch in Benzin gelöster Kautschuk wird nach längerer Einwirkung von Luft und Licht unter Oxydation verändert, indem in Alkohol und Aether-Alkohol ein grösserer Theil löslich wird; im Dunkeln erfolgt der Process viel langsamer (Eder und Tóth [79]). Das Vulcanisiren des Kautschuks wird durch Licht gerade so, wie durch Wärme bewirkt (Seely [80]).

Hierher gehört auch das Ausbleichen vieler organischer Farbstoffe, z. B. Wachs- und Leinenbleiche. Chevreul untersuchte verschiedenartig gefärbte Zeuge bezüglich ihres Verhaltens gegen Licht, Luft und Feuchtigkeit. Er fand, dass gewisse Farbstoffe, wie Indigo, Orseille, Safflor, bei Abwesenheit von Sauerstoff lichtbeständig sind, während sie bei Luftzutritt rasch ausbleichen; bei Indigo, Indigoschwefelsäure, Curcumä und Orleans erfolgt das Bleichen im Lichte rascher in feuchter, als in trockner Luft. Auch die Qualität des Zeuges (Wolle, Baumwolle, Seide) ist von Einfluss auf die Lichtbeständigkeit der aufgetragenen Farbe [81]) — Curcumä wird im violetten und grünen Lichte unter Oxydation entfärbt, dagegen nicht im rothen (Chastaing [60]); nach kurzer Belichtung wird Curcumäpapier noch nicht sichtlich verändert, aber Kalkwasser bringt keine braune Färbung mehr hervor (A. Vogel [82]). — Lackmus entfärbt sich am stärksten im Violett, weniger im Roth, fast gar nicht im Dunkeln (Chastaing). — Eine Farbenveränderung im Lichte erleiden ferner: Campecheholz, Brasilienholz, Wau (Gay-Lussac und Thénard), Berberitzenholz; letzteres verfärbt sich im Sauerstoffgas viel rascher, als im Stickstoff (Swindern [89]). — Berberin und damit gefärbte Zeuge bleichen im Lichte rasch aus, auch wenn eine Zinnbeize vorherging; die grösse Haltbarkeit ertheilt die Gerbstoffbeize (Buchner [88]). — Alkoholische Tincturen von Veilchen, rothen Nelken, *Papaver rhoeas*, Safran werden in blauen Gläsern schneller, als in rothen, durch das Licht entfärbt (A. Vogel [83]). — Auf vegetabilische Farbstoffe können nach Herschel [c]) [d]) [f]) fast alle Strahlen Wirkungen hervorbringen, indem entweder eine völlige Entfärbung eintritt, oder eine schwache Färbung (von einem zweiten beständigeren Farbstoff herrührend) zurückbleibt. Die Blumenfarbstoffe (auf Papier) bleichen in jenen Strahlen des Spectrums am raschesten, welche zu der Farbe der Blumen complementär sind; so bleichen gelbe Blumenfarbstoffe vorzugsweise im blauen Lichte, violette im grünen, blaue im rothgelben. Herschel, Sommerville, Hunt untersuchten viele Blumenfarbstoffe au fihr photochemisches Verhalten gegen das Spectrum [e]), Schübler und Frank [b]) auf ihre Empfindlichkeit gegen weisses Licht. — Mit Pflanzenfarben gefärbte trockne Substanzen werden durch trocknes Chlorgas im Lichte viel rascher, als im Dunkeln entfärbt (Wilson [91]). — Ueber das

Verhalten der Farblacke und anderer Malerfarben gegen Licht machte Field [85]) und Bow [93]) ausführliche Angaben; gelbe Farblacke, z. B. Schüttgelb, werden durch Luft und Licht rasch gebleicht, am haltbarsten ist noch Quercitronlack; Carmin wird sehr rasch am Lichte zerstört etc., s. auch [e]).

Chlorophyll (Blattgrün) und dessen Lösungen werden im Lichte entfärbt; besonders rasch die Lösung in Alkohol und Benzol, langsamer die in Aether, am langsamsten in Olivenöl; am stärksten wirken jene Strahlen, die es absorbirt [Gerland[206]), Wiesner[207]), Cossa[208])]; Blattroth und Blattgelb bleichen ebenfalls im Lichte (Berzelius), Xanthophyll besonders im blauen.

Die Theerfarbstoffe sind zumeist lichtempfindlich; sie werden rasch gebleicht. Anilinroth und Chrysoïdin werden besonders durch blaues und violettes, nicht durch rothes afficirt (Eder und Tóth[f]). Cyanin ist besonders für das gelbe Licht (welches es am stärkten absorbirt) empfindlich (Abney[92])[f]). Hoffmann's Blau bleicht am raschesten auf Stärkepapier, langsamer auf Gelatine- oder Eiweisspapier aus; ähnlich verhält sich Fuchsin, Anilingrün, Pikrinsäure; sehr lichtempfindlich ist Bismarkbraun (Borlinetto[94]). Die Entfärbung der Lösungen von Fuchsin, Alcannaroth, alkalischer Carminlösung erfolgt im Lichte langsamer, als die damit gefärbter Zeuge; sehr lichtempfindlich ist eine schwach alkalische Purpurinlösung (H. W. Vogel[95]). Anthracenblau bleicht durch Sonnenlicht dreimal so schnell aus, als Indigo[96]).

Die Farben der Schmetterlingsflügel bleichen am meisten im weissen und violetten Lichte aus (Capronnier[97]).

IV. Durch Licht bewirkte Zersetzungen.

Wässriges Wasserstoffsuperoxyd spaltet sich im Sonnenlichte (Downes und Blunt[98]). — Chlorwasser wird im Lichte unter Entwickelung von Sauerstoff und Bildung von Salzsäure zersetzt (Berthollet 1785 [e]); im Finstern nicht bei 100° (Berthollet, Gay-Lussac und Thénard). Am raschesten geschieht die Zersetzung unter dem Einflusse der stärker brechbaren Strahlen (Davy 1812); in weissen Gläsern rascher, als in gelben (Torsewicz[99]). Die Zersetzung hängt von der Intensität des Lichtes [Saussure 1790, Draper[8]), Wittwer[100])] und der Temperatur ab; die einmal eingeleitete Zersetzung geht auch im Finstern fort, wenn auch mit abnehmender Stärke; Wärme beschleunigt, aber leitet nicht die Wirkung ein (Draper[8]). Nach Millon bildet sich bei diesem Processe auch unterchlorige Säure. Es wurde mittelst Chlorwasser ein Actinometer construirt (s. d.) — Bromwasser verhält sich dem Chlorwasser analog (Löwig), ist jedoch viel weniger lichtempfindlich, als letzteres (Eder). — Jodwasser erleidet im Lichte keine chemische Veränderung (H. W. Vogel[101]), wohl aber alkoholische Jodtinctur.

Concentrirte Salpetersäure wird am Lichte roth (Scheele 1777), indem sich Sauerstoff und Untersalpetersäure bilden [Scheele 1786. Berthollet 1786 [e]), später Peake 1874 [101])]; am raschesten in weissen, blauen und violetten Gläsern, nicht in rothen (Seebeck 1811 [b]). Temperaturerhöhung bewirkt dieselbe Zersetzung (Gay-Lussac und Thénard). — Gasförmige Jodwasserstoffsäure bleibt in absoluter Dunkelheit bei Abwesenheit von Luft ganz unverändert, im Sonnenlichte zerfällt sie: die blauen Strahlen haben den überwiegenden Antheil. Wässerige Lösungen von Jodwasserstoff zer-

setzen sich bei Luftausschluss nicht in der Sonne, dagegen selbst in der Dunkelheit bei Luftzutritt (Lemoine [102]). — Versetzt man Jodkalium, Jodcadmium, Jodlithium in wässeriger Lösung mit Säuren, so macht Licht aus diesen Lösungen Jod frei, und zwar in verschiedener Menge, je nach der Natur der angewendeten Jodides und der angewendeten Säure; bei Gegenwart von Salzsäure oder Schwefelsäure erfolgt die photochemische Zersetzung viel energischer, als bei Gegenwart organischer Säuren. Die Wirkung erfolgt rasch in blauen, langsam in rothen Gläsern (Leeds [103]). Darauf wurde eine photometrische Methode gegründet (s. Photometrie). — Jodkaliumlösung scheidet im Lichte Jod ab (Loew [104]), und zwar ist die Mitwirkung von Sauerstoff hierbei nothwendig [Battandier [105]), Downes und Blunt [106])]; Gegenwart von Kohlensäure [105]) oder Zuckerlösung befördert den Process (Durewell [107]); ähnlich verhält sich Jodkaliumpapier (H. W. Vogel [164]) und Ozonometerpapier (Pelargi [205]). — Krystallisirtes Jodammonium wird bei Luftzutritt besonders im blauen und violetten Lichte, langsam aber im gelben Lichte gelb (Eder); festes trocknes Jodkalium ist lichtbeständig (Vogel [164]).

Unterchlorigsäuregas zerfällt im Sonnenlichte in Chlor und Sauerstoff (Balard); trockne gasförmige chlorige Säure in Ueberchlorsäure, Chlor und Sauerstoff; ähnlich verhält sich Unterchlorsäure (Millon). — Chlorkalk zersetzt sich im Lichte rascher, als im Dunkeln, unter Sauerstoffabgabe [Döbereiner [108]), Schweinsberg [109])].

Phosphorwasserstoff wird in der Sonne unter Ausscheidung von Phosphor zersetzt (A. Vogel 1812, 1813); er verliert seine Selbstentzündlichkeit, weil sich das darin enthaltene PH_2 zersetzt: $6\ PH_2 = P_2H + 3\ PH_3$ (Thénard). — Schwefelphosphor wird im Sonnenlichte trübe (Böttger, Wicke). — Schwefelkohlenstoff färbt sich im Sonnenlichte unter Ausscheidung eines braunen Niederschlages von Kohlensulfid (Sidot [110]) oder Kohlensesquisulfid (Loew [111]) dunkel.

Die Chromate sind für sich lichtbeständig; bei Gegenwart von organischen Substanzen aber tritt im Lichte rasche Reduction ein. Dies gilt besonders für Kalium- und Ammoniumbichromat auf Papier (Ponton 1839 [112]), Leinen etc., deren Gemenge mit Leim, Albumin, *Gummi arabicum*, Dextrin, Rohrzucker, Traubenzucker, Glycerin, Caseïn, Alkohol etc. [112]) Im Lichte tritt Bräunung dieser Gemenge ein, indem chromsaures Chromoxyd (E. Kopp [116]), später sogar reines Chromoxyd entsteht (Eder [112]). Diese Gemenge sind lufttrocken lichtempfindlicher als im feuchten Zustande. Während das Gemenge von Leim und Chromat im Lichte gebräunt wird, verliert es zugleich seine Löslichkeit in warmem Wasser (Talbot [113]) und die Eigenschaft, in kaltem Wasser aufzuquellen: Gummi, Albumin werden in kaltem Wasser unlöslich, Zucker schwerer löslich (Poitevin [114]). Glycerin mit Kaliumbichromat färbt sich grün und dickt ein (Schnauss [115]); Gummi, Dextrin, Zucker werden weniger hygroskopisch [112]). Gemenge von Leim mit Kaliummonochromat sind 20- bis 50mal weniger lichtempfindlich, als mit Bichromat; dagegen zeigt das Ammoniummonochromat dieselbe Empfindlichkeit wie das Bichromat; freie Chromsäure macht Leim auch im Finstern unlöslich. Der im Lichte unlöslich gewordene „Chromleim“ besteht aus einer Verbindung von Chromoxyd mit unverändertem Leim; daneben entsteht Ameisensäure; Gummi bildet nach der Belichtung gummisaures oder wahrscheinlicher metagummisaures Chromoxyd (Eder [112]). (Wirkung des Spectrums s. pag. 56.)

Die vanadinsauren Alkalisalze werden in Berührung mit organischen Substanzen im Lichte grün bis blau; Leim wird zugleich unlöslich in Wasser (Gibbons [117]). — Molybdänsäure, gelöst in verdünnter Schwefelsäure, soll sich im Sonnenlichte bläuen, im Finstern wieder entfärben (Phipson [118]). Die Bläuung geschieht nur bei Gegenwart organischer Substanzen (Eder).

Eisenchlorid wird bei Anwesenheit organischer Substanzen im Lichte zu Chlorür reducirt; so in alkoholischer oder ätherischer Lösung (Gehlen [b]) besonders in weissen und blauen Gläsern (A. Vogel [f]), als Bestuschef's Nerventinctur [c]); ferner auf Papier (Herschel), in Gemischen mit Weinsäure, Glycerin, Alloxantin (Poitevin [119]), Oxalsäure (Marchand [20]), und zwar ist die Zersetzung von Eisenchloridlösung mit Oxalsäure = 100, während sie mit Citronensäure = 19, mit Weinsäure = 25 ist (Eder [121]). Gemenge von Leim, Eisenchlorid und Weinsäure sind im Finstern getrocknet unlöslich und werden erst im Lichte löslich (Poitevin [119]). — Wässeriges Ferridoxalat zerfällt im Lichte glatt in Ferrooxalat (sogenannter Licht-Humboldit) und Kohlensäure [Döbereiner, Suckow [150]), Reynolds [121])]; besonders wirksam ist der indigoblaue Theil des Spectrums. — Kalium-, Natrium- und Ammoniumferridoxalat erleiden, sowohl in festem Zustande als in wässeriger Lösung, im Lichte eine Veränderung (Bussy [121]); bei Luftausschluss bildet sich hierbei Kaliumferrooxalat und Kohlensäure, bei Luftzutritt auch basisches Ferridoxalat (Eder und Valenta [121]). — Auch Ferridcitrat und dessen Doppelsalze [Herschel [121]), Draper [121])], sowie Tartrat [Herschel [e]), Schoras [122])] sind sehr lichtempfindlich. Bei diesen Eisensalzen wirkt besonders das Blau und Violett des Spectrums [f]). — Eisenrhodanid wird in wässeriger, alkoholischer und ätherischer Lösung im blaugrünen Strahl entfärbt; es röthet sich im Dunkeln bei Luftzutritt wieder (Grotthus [b]) [d]). Die Eisensalze finden mehrfache photographische Verwendung (s. Actinometrie und Copiren mit Eisensalzen). — Ferridcyankalium wird in wässeriger Lösung unter Bildung von Ferrocyankalium zersetzt (A. Vogel [123]), wobei das violette Licht etwa doppelt so stark als das rothe wirkt (Chastaing [60]) [f]); es bildet sich neben Ferrocyankalium, Blausäure und lösliches Berlinerblau (Eder). Auf Papier ist Ferridcyankalium auch im lufttrocknen Zustande lichtempfindlich [Herschel [c]), Niepce, Burnett [f])]. Anwesenheit von Leim beschleunigt den Process (Gintl [124]). Ferridcyankalium mit Eisenchlorid wird im Lichte blau (Herschel [c]). — Ferrocyankaliumlösung zersetzt sich langsam im Lichte, indem es sich dunkler gelb färbt und Kali und Blausäure ausscheidet (Schönbein [127]); auf Papier färbt es sich bläulich (Herschel). Auch Ferrocyanmangan bläut sich im Lichte (Arche). — Nitroprussidnatrium-Lösung lässt im Lichte (proportional mit dessen Intensität) Berlinerblau fallen, welche Zersetzung durch Eisenchlorid beschleunigt wird (Roussin [225]); letzteres Gemisch wird in blauen Gläsern ungefähr doppelt so rasch, als in gelben oder rothen, zersetzt (H. Vogel [126]). — Berlinerblau bleicht (namentlich im Vacuum) unter Verlust von Cyan oder Cyanwasserstoff aus, wird aber im Dunkeln unter Aufnahme von Sauerstoff wieder blau (Chevreul [128]). Aus einer Lösung von Berlinerblau in Oxalsäure soll nach Schoras [129]) das Berlinerblau unlöslich ausfallen; dem widerspricht Böttger [130]).

Aetherische Uranchloridlösung (Gehlen [b]), sowie alkoholische Urannitratlösung [Becquerel [d]), Chastaing [60]) [f])] oder Uransulfatlösung (Ebelmen [237]) lassen im Lichte grünes Oxydulsalz fallen; ähnlich wirkt die Anwesenheit von Glycerin (Bolton [133]) oder Weinsäure [Niepce [135]), Boivin [134])].

Urannitrat auf Papier bildet im Lichte Oxydul [Burnett[131]), Niepce[132])]. Viele organische Uranoxydsalze werden im Lichte rasch reducirt, so das oxalsaure Uranoxyd und Ammoniumdoppelsalz [Niepce und Corvisart[136]), Seekamp[137]), Burnett[138]), Monckhoven[139])], das essigsaure, citronensaure, ameisensaure, weinsaure, aconitsaure etc. Salz (Liesegang[140]). Hauptsächlich wirkt hierbei das blaue und violette Licht [f]).

Kupferchlorid in Aether oder Alkohol gelöst wird im blauen und weissen Lichte zu Chlorür reducirt [Gehlen[b]), Neumann[143])]. — Alkalische weinsaure Kupferlösung zersetzt sich im Lichte (Fehling[142]). Die normale Fehling'sche Lösung scheidet im Sonnenlichte ungefähr 30- bis 40mal mehr Kupferoxydul aus, als im Dunkeln, die mit 6 Vol. Wasser verdünnte Lösung, welche im Dunkeln sehr haltbar ist, wird im Lichte noch ziemlich rasch zersetzt (Eder). — Natriumkupferoxalat schwärzt sich im Lichte (A. Vogel); bei Gegenwart von Eisenoxalat scheidet das Kupferdoppelsalz im Lichte metallisches Kupfer ab (Ehrmann[144]).

Das im violetten Lichte durch Oxydation von Bleioxyd entstandene braune Bleisuperoxyd (s. S. 17) entfärbt sich unter gelben und rothen Gläsern, indem Mennige entsteht [b]) [d]). — Jodblei verliert bei Gegenwart von Feuchtigkeit und Luft im Lichte Jod und geht in Bleioxyd und Carbonat über; das Gemenge von Bleijodid und Stärke wird im Sonnenlichte blau [Schönbein[145]), Roussin[146]), Schmid[147])]. Jodblei im violetten oder grünen Lichte lange Zeit aufbewahrt, ändert sich anscheinend nicht, bläut sich aber beim Mischen mit Stärke dann rascher, als solches, welches im Finstern oder im rothen Lichte aufbewahrt war (Chastaing[60]) [f]).

Quecksilberchlorid zersetzt sich in wässriger Lösung in Chlorür, Salzsäure und Sauerstoff [Boullay[b]) [148]), Davy[149])]; Salzsäure und Chlorammonium hindert die Zersetzung[149]). Die Lösungen in Aether und Alkohol zersetzen sich ungleich rascher [b]) [148]), ebenso Gemische mit Oxalsäure [Planche 1815, Becquerel [d]) [148])], bei welchen aber die photochemische Zersetzung in unlösliches Quecksilberchlorür und Kohlensäure-Gas durch Freiwerden von Salzsäure bald abnimmt (Marchand[120]), während nach Zusatz von Ammoniumoxalat der Process regelmässiger verläuft (Eder[148]). Diese Gemische werden zur Actinometrie benutzt (s. u.). Eine raschere Zersetzung der Sublimatlösung im Lichte erfolgt auch nach Zusatz von Ameisensäure, Weinsäure, Bernsteinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Rohrzucker, Tannin etc. (Eder[148]). — Quecksilberbromid verhält sich dem Chlorid analog (Löwig); Quecksilberjodid auf Papier wird braun (Hunt[c]) besonders im blauen Lichte (Slater[225]). — Feuchtes Quecksilberchlorür wird in der Sonne grau [Neumann[e]), A. Vogel[b]), Suckow[87])]. — Rothes und gelbes Quecksilberoxyd wird im Lichte unter Sauerstoffverlust dunkel [Abildgaard 1800[e]), Harup 1802[c]) [e])], indem es in ein Gemenge von Oxydul und Metall übergeht; dabei wirken besonders die violetten Strahlen [Seebeck[b]), Dulk[158]), Chastaing[60]) [f])]. (Ueber Quecksilberoxydul s. S. 17.) — Feuchtes Quecksilberjodür färbt sich im Lichte unter Entwickelung von Jodwasserstoff (?Eder) dunkel bis schwarz (Artus[151]); besonders im blauen und violetten, auch im grünen Lichte (Chastaing[60]) [f]). — Ausserdem sind viele Quecksilberverbindungen lichtempfindlich; es schwärzt sich das Quecksilbernitrat auf Papier (Herschel[c]), das Carbonat, Chromat, basische Sulfat (Hunt[c]), Sulfit, Hyposulfit, deren Doppelsalze, viele Merkurammoniumverbindungen, dann das oxalsaure Quecksilberoxydul und Oxyd und deren Doppelsalze [Bergmann 1776[e]), Burkhardt[152]),

das weinsaure, schleimsaure, benzoësaure Oxydulsalz [152]). — Jodquecksilber, durch Eintauchen von Jodcollodion in ein Quecksilberoxydulnitrat-Bad auf Glas erzeugt, nimmt durch kurze Belichtung ein unsichtbares Bild an, welches sich mit angesäuerter Pyrogalluslösung und Silbernitrat entwickeln lässt: Bromquecksilber ist dabei ohne Wirkung (Schnauss [224]).

Goldoxyd giebt im Lichte (Scheele, Berzelius) selbst im luftleeren Raume (Chevreul [153]) Sauerstoff ab. Aetherische und selbst wässrige Goldchloridlösung wird im Lichte rasch reducirt [Rumford, Juch [b]) [e])], ebenso Goldchlorid auf Papier (Hellot 1737 [e]), auf Seidenzeug (Fulham 1794 [e]), Wolle, Epidermis, Elfenbein (Creuzberg [155]) mit Zucker, Gummi, Stärke (Fischer [154]); mit Oxalsäure und oxalsaurem Ammon im Lichte rascher als im Dunkeln [Pelletier, Herschel [c]), Döbereiner [b])]. Auf Papier entsteht zuerst Chlorür, indem die Farbe heller wird, welches dann im Lichte und allmälig auch im Finstern weiter zu Metall reducirt wird; das Maximum der Wirkung im Spectrum tritt bei *G* und *H* auf [Herschel [c]), Becquerel [d])].

Aetherische Platinchloridlösung (Gehlen [b]), sowie Platinchlorid und Iridiumsalmiak mit Oxalsäure oder weinsaurem Natron (Döbereiner [b]) [156]) scheiden im Lichte Metall aus. Eine mit Kalkwasser versetzte Platinchloridlösung trübt sich im Lichte unter dem Einflusse der stärker brechbaren Strahlen, indem ein Doppelsalz entsteht [Herschel 1832 [c]), Johannsen [157])]. Platinchlorid mit Oxalsäure oder Weinsäure auf Papier bleicht im Lichte aus, mit Ferridcyankalium wird es blau (Hunt [c]); Jodplatin und Bromplatin auf Papier ist lichtempfindlich (Herschel, Hunt [c]).

Silberoxyd wird dunkler (Link [a]), sowohl im weissen als violetten Lichte (Dulk [158]), indem es in Sauerstoff und Suboxyd zerfällt; bei Gegenwart von organischen Substanzen mengt sich Metall bei [Hunt [159]), H. W. Vogel [209])]. Silbernitrat schwärzt sich im Lichte (Suckow [87]); nach Artus [160]) geschieht dies in verschlossenen Gefässen und beim geschmolzenen, nicht beim krystallisirten Nitrat; nach Hunt [161]), Weiler [162]), H. W. Vogel [g]) und Scanlan [167]) erleidet reines Silbernitrat im Lichte keine Veränderung, sondern nur bei Gegenwart organischer Substanzen, dagegen scheidet die wässerige Lösung im Lichte Metallflitter aus. Es schwärzt sich im Lichte ferner: Silbernitratlösung mit Kreide angerührt [älteste Beobachtung über die Lichtempfindlichkeit der Silbersalze: J. H. Schulze 1727 [e])], auf Papier (Hellot 1737 [e]), besonders Blau des Spectrums (Herschel [c]), Seidenzeug (Fulham 1794, Rumford 1798 [e]), Leder (Davy und Wedgwood 1802 [e]), Epidermis (Link [a]), mit Eiweiss (Fischer [163]), Leim, Gummi etc.

Chlorsilber färbt sich im Lichte und zwar besonders im Violett dunkel [Scheele 1777 [e]), Davy u. Wedgwood)], und zwar nicht schwarz, sondern bräunlichviolett (H. W. Vogel [164]). Diese Veränderung geht vor sich: in der Hitze, der Kälte, der Feuchtigkeit oder in trockner Luft, in der Torricelli'schen Leere (Sennebier 1782 [e]), auch bei — 18° R. in völlig trocknem oder feuchtem (Fischer 1814 [165]), oder geschmolzenem Zustande (Fischer, Proust), jedoch befördert Feuchtigkeit den Process [Link [a]), Fischer [165])], ferner erfolgt die Färbung unter Alkohol (Link [a]), Aether, Nussöl (Fischer [165]), Salpetersäure, Salzsäure, Alkalichloriden (Wetzlar [b]), Essigsäure, verdünnter Schwefelsäure (H. W. Vogel [164]); die Färbung wird verhindert durch Quecksilberchlorid [164]), starkes Chlorwasser, Perchloride, Ferrisulfat [Link [a]), Fischer [165])] oder rauchende

Schwefelsäure, sehr verzögert durch englische Schwefelsäure, rauchende Salpetersäure (d = 1,40) und Eisenvitriollösung (H. W. Vogel [164]); das Licht wirkt langsamer bei 80° auf Chlorsilber, welches mit Salzsäure aus Silbernitrat-Lösung gefällt ist und sich unter dieser Flüssigkeit befindet, als bei gewöhnlicher Temperatur (Pohl [166]). In ganz trocknem Zustande ist Chlorsilberpapier weniger lichtempfindlich, als im feuchten (Spiller [168]), die Unterschiede in den atmosphärischen Feuchtigkeitsgraden und Temperaturen sind jedoch ohne Einfluss (Bunsen und Roscoë [169]). — Chlorsilberpapier schwärzt sich rascher, wenn überschüssiges Silbernitrat vorhanden ist [Talbot [170]), Hunt [c]), H. W. Vogel [164])]; ebenso wird die Färbung beschleunigt unter Zinnchlorür und gewissen alkalischen Lösungen, welche im Stande sind, das frei werdende Chlor zu binden (Spiller [180]) bei Gegenwart von Gelatine, Tannin, Morphin (Eder und Pizzighelli [185]), nach der Räucherung mit Ammoniak.

Zwischen der wirkenden Lichtintensität und den dadurch in gleicher Zeit erzeugten Schwärzungen besteht keine Proportionalität, so z. B. war bei Versuchen Bunsen's und Roscoë's [169]) bei 5mal intensiverer Belichtung die Intensität der Schwärzung nur um das 2,3fache vermehrt. — Die Lichtempfindlichkeit des Chlorsilberpapiers ist wohl von dem Gehalte des Papiers an Chlorsilber abhängig, nicht aber von der Natur des mit dem Haloid ursprünglich verbundenen Metalles [M' Dougall [171]), Wright [172])]; wohl aber dunkelt das aus verschiedenen Chloriden gefällte Chlorsilber im Lichte mit verschiedenen Farbennüancen nach; gefällt durch Salmiak wird es unter blauen Gläsern olivenbraun, durch Chlornatrium und Chlorbarium purpurn, Chlornatrium hellpurpurn, Chlorcalcium reichviolett, Eisenchlorid blau etc. [Hunt [c]) [e])]. Gegenwart von organischen Substanzen, wie Eiweiss, Gelatine, Stärke macht die Farbe des Chlorsilbers mehr roth (Davanne und Girard [173]). — Wird Chlorsilber in Chlorwasser dem Sonnenlichte ausgesetzt, so bleibt es weiss, so lange freies Chlor vorhanden ist; nachdem dieses in Salzsäure übergegangen, beginnt die Schwärzung, die jedoch in einem dunklen Orte wieder verschwindet, um in der Sonne wieder dunkel zu werden (Morren [174]); Chlorsilber, in eine Glasröhre eingeschmolzen, wird im Sonnenlichte violett (Dissociation von Chlor), in der Dunkelheit nimmt es das abgeschiedene Chlor wieder auf und wird weiss (Tommasi [175]).

Die Zersetzung des Chlorsilbers im Lichte ist eine Dissociationserscheinung [Morren [174]), Schultz-Sellack [32])]. Es spaltet sich Chlor ab, welches entweder gasförmig entweicht, oder sich in der vorhandenen Flüssigkeit löst [Heinrich [a]), Fischer [165]), Wetzlar [b]), Wittstein [176]), Hunt [c]), H. W. Vogel [164])], und allmälig in Salzsäure übergeht. Dabei erleidet das trockne Chlorsilber einen Gewichtsverlust (Hunt [183]), und zwar nach Fischer [165]) von 0,2 Proc., nach A. Vogel [177]) von 0,12 Proc.; nach 5 Tagen wird unter Wasser nur 1 Proc. des Chlorsilbers zu Chlorür reducirt (Carey Lea [178]). Das violette Reactionsproduct ist um mehrere Procente ärmer an Chlor, als das weisse Chlorid [Tommasi [179]), Spiller [180])], und entspricht selbst nach $1^1/_2$jähriger Lichtwirkung erst der Formel Ag_3Cl_2 (Riche [181]) und darf nicht als reines Silbersubchlorid betrachtet werden, obschon man es gewöhnlich Ag_2Cl schreibt; es enthält kein Metall, sondern Silbersubchlorid, wie schon Fischer 1814 [165]) dann Wetzlar [b]), H. W. Vogel [164]), Carey Lea [178]) zeigten, weil Salpetersäure kein Silber auszieht. Metallisches, durch Salpetersäure

ausziehbares Silber mengt sich nur bei: nach sehr langer Belichtung des Chlorsilbers (Fischer[165]), bei Gegenwart von Silbernitrat, welches für sich selbst Metall ausscheidet, durch secundäre Wirkung von Alkalichlorid auf Subchlorid (Spaltung in Chlorid und Metall, H. W. Vogel), bei Gegenwart organischer Substanzen. — Andere halten das gefärbte Chlorsilber für kein Subchlorid, so Bibra[182]), weil er keinen Gewichtsverlust und andere Reactionen, als bei dem aus citronensaurem Silberoxydul dargestellten Subchlorid, beobachtete; nach Hunt[c]) [g]) nimmt das Chlorsilber, wenn man es mit Luft über Wasser belichtet, einen Theil der Luft auf, nach Sahler[184]) schwärzt sich trocknes Chlorsilber in reinem Stickstoff langsamer, als in Sauerstoff, weshalb die Letzteren das Product für ein Oxychlorür halten. — Durch Ammoniak, Cyankalium etc. wird das im Lichte zersetzte Subchlorid in Chlorid und Metall gespalten. Diese Zersetzung geht beim Fixiren von photographischen Bildern vor sich. Ueber die Wirkung des Spectrums s. S. 49. Ueber Verhalten des Chlorsilbers gegen Entwickler etc. s. u.

Bromsilber zeigt ein ähnliches Verhalten im Lichte, wie Chlorsilber; es färbt sich unter Bromverlust grauviolett. Aus überschüssiger Silberlösung gefälltes AgCl zersetzt sich schneller im Lichte, als das aus Ueberschuss von Silberlösung gefällte AgBr; mit überschüssiger NaCl-Lösung gefälltes AgCl zersetzt sich dagegen langsamer, als das mit überschüssigem NaBr gefällte AgBr (H. W. Vogel[164]); es zeigt eine grössere Farbenempfindlichkeit als Chlorsilber, giebt aber das Spectrum nicht mit seinen Farben wieder[e]). Das geschwärzte Bromsilber giebt nach Vogel an Salpetersäure kein, nach Lea[178]) dagegen beträchtliche Mengen Silber ab, enthält somit nach Letzterem metallisches Silber (Unterschied von Chlorsilber). Jedenfalls wird die dunkle Färbung des im Lichte zersetzten Bromsilbers durch Salpetersäure nicht beseitigt, somit ist Subbromid vorhanden (Eder).

Jodsilber zeigt ein abweichendes Verhalten, indem es sich nur dann im Lichte bräunt (grünlichgrau) färbt, wenn es aus überschüssiger Silbernitratlösung gefällt war, nicht aber im geringsten, wenn es aus Jodkaliumüberschuss erzeugt war (Schnauss[186]). Es lässt sich das Entweichen von Jod während oder nach dessen Dunkelfärbung im Lichte nicht nachweisen (H. W. Vogel), selbst in der Wärme nicht (Schultz-Sellack[32]), Säuren verzögern die photochemische Färbung bedeutend; Salpetersäure ($d = 1{,}2$) bleicht das gebräunte Jodsilber, ohne aber Silber aufzulösen, ebenso stellt Jodkalium die Farbe wieder her; Gegenwart von jodabsorbirenden Substanzen, wie Höllenstein, Tannin, arsenigsaurem Natron etc. befördern die Zersetzung im Lichte energisch, indem sich wahrscheinlich ein Subjodid bildet (H. W. Vogel[164]) [187]).

Mit Jod, Brom oder Chlor geräucherte Silberplatten condensiren an den belichteten Stellen Quecksilberdämpfe (Daguerreotypie). Jod-, Brom- und Chlorsilber auf Papier (Talbot), Eiweiss (Niepce), Collodion etc. erhält durch die Belichtung die Eigenschaft, pulveriges Silber in *statu nascendi*, welches aus Höllensteinlösung durch Eisenvitriol-, Pyrogallussäure, Gallussäure-Lösung etc. gefällt wird, anzuziehen und dadurch das früher unsichtbare (latente) Lichtbild sichtbar zu machen (Hervorrufung, Entwickelung; Entwickelung durch Anziehung, physikalische Entwickelung). Bromsilber erhält durch kurze Belichtung die Eigenschaft, durch alkalisches Pyrogallol, Kaliumferrooxalat, ammoniakalisches Hydrochinon etc. reducirt zu werden

(Entwickelung durch Reduction, chemische Entwickelung). Die Entstehung des latenten Lichtbildes wird beschleunigt: durch jod-, brom- oder chlorabsorbirende Substanzen, wie Brechweinstein, schwefligsaures und arsenigsaures Natron, Tannin, Ferrocyankalium etc., insbesondere aber Silbernitrat, welche Substanzen Vogel als „chemische Sensibilisatoren" bezeichnet; bei Gegenwart gewisser Farbstoffe neben den „chemischen Sensibilisatoren" wird durch optische Absorption die Farbenempfindlichkeit erhöht (s. pag. 14). Besonders lichtempfindlich ist Bromsilber in Gelatine emulsionirt. Auch Chlorsilber lässt die „chemische Entwickelung" zu, jedoch dienen hierfür schwächere Reductionsmittel (z. B. Ammoniumferrocitrat, neutrales Pyrogallol) als Entwickler (Eder und Pizzighelli [185]). Sowohl Bromsilber- als Chlorsilbergelatine-Emulsion werden durch $^1/_2$stündiges Kochen (besonders für die weniger brechbaren Strahlen) viel empfindlicher [190] [189] [185]). — Bis zu einem gewissen Grade nimmt mit der Dauer der Belichtung die Fähigkeit der Silbersalze sich im Entwickeln zu schwärzen zu, darüber hinaus aber wieder ab (sog. Solarisation [e]), welcher Process sich einige Male hintereinander wiederholt [Moser 1842 und 1843 [191]), Jansen [192])]; diese sog. negative Wirkung der Lichtstrahlen zeigt sich besonders im Roth des Spectrums, indem die weniger brechbaren Strahlen die vorausgegangene Wirkung der stärker brechbaren aufheben (s. pag. 54) und zwar ist die Solarisation nach Abney [195]) als Oxydationserscheinung aufzufassen, welche bei sehr langer Belichtung im ganzen Spectrum, sowohl im Violett als im Ultraroth auftritt. — Ueber das Verhalten des latenten Lichtbildes gegen chemische Agentien s. unten; es deutet Alles auf die Anwesenheit von minimalen Mengen von Silbersubjodid, -bromid oder -chlorid hin.

Viele andere Silbersalze, namentlich der organischen Säuren, schwärzen sich im Lichte, so das kohlensaure [b]) [209]), phosphorsaure, oxalsaure, weinsaure, citronensaure, benzoësaure Silberoxyd, welche auch die Entwickelung des Bildes mit Gallussäure und Silbernitrat (Hunt [c]) oder alkalischen Pyrogallol (Carey Lea [196]) gestatten.

Von den organischen Substanzen, welche eine Zersetzung im Lichte erleiden, seien erwähnt: Salpeteräther wird gelb (Sennebier [e]), — Dampf von Amylnitrit bildet im Lichte schwere Nebel von Amylnitrat und Untersalpetersäure, besonders wirken hier die stärker brechbaren Strahlen; Allyljodid und Isopropyljodid verhalten sich ähnlich (Tyndall [197]). — Wässerige Oxalsäure wird unter Oxydation zerstört; die neutralen Alkalisalze derselben sind beständiger, aber auch nicht unveränderlich [Mohr und Wittstein [201]), Downes und Blunt [198])]. Oxalsäurelösung reducirt nach der Belichtung rascher Goldsalze, als zuvor (Niepce und Corvisart [200]). — Graphitsäure wird schwarz (Brodie). — Nitrocuminsäure giebt einen rothen Niederschlag (Gibbons). — Santonin wird im Lichte gelb und die Krystalle zerspringen (Merk, Trommsdorff, Heldt); es bildet sich Photosantonin (Sestini [199]). — Die Lösung der Chininsalze (Pasteur), sowie trocknes oder feuchtes schwefelsaures Chinin bräunt sich an der Sonne (Leverkähn, Kastner); es bildet sich Chinidinsulfat, besonders unter dem Einflusse jener Strahlen, welche Fluorescenz erregen (Castaing [60]) [f]). — Hämatoxylin wird ohne Aenderung der Zusammensetzung, selbst im Vacuum durch Licht roth. — Papier, welches mit Stärke überzogen ist, wird nach einer Stunde in der Sonne so verändert, dass es sich mit Jodkaliumlösung ziegelroth färbt; besonders wirksam ist das blaue und violette Licht (Niepce [202]).

Die meisten bis jetzt gemachten Beobachtungen über die chemischen Wirkungen des Sonnenspectrums lassen sich in folgende Sätze subsummiren (Eder [f]):

1) Das Licht von jeder Farbe, vom äussersten Violett bis zum äussersten Roth, sowie die unsichtbaren ultrarothen und ultravioletten Strahlen können eine chemische Wirkung äussern.

2) Jene Strahlen, welche chemisch auf einen Körper wirken, müssen von demselben verschluckt werden; die chemische Lichtwirkung hängt mit der optischen Absorption eng zusammen.

3) Jede Farbe des Spectrums kann oxydirend und reducirend wirken, je nach der Natur des lichtempfindlichen Körpers.

4) Wenn sich auch die oxydirende Wirkung der rothen und die reducirende der violetten Lichtstrahlen nicht scharf sondern lässt, so kann man doch im Allgemeinen sagen, dass das rothe Licht auf metallische Verbindungen meistens oxydirend, das violette Licht aber meistens reducirend wirkt. Der Fall, dass das rothe Licht auch reducirend auf metallische Verbindungen wirken kann, tritt besonders deutlich bei der Photographie des Spectrums auf Silbersalzen mit Hervorrufung ein. — Auf die Verbindungen der Metalloïde unter einander wirkt hauptsächlich das violette und blaue Licht, wie z. B. auf Chlorknallgas, Salpetersäure, schweflige Säure, Jodwasserstoff etc. (Schwefelwasserstoffwasser wird aber durch rothes Licht rascher zerstört). Die Lichtwirkung ist je nach der Natur der Substanz theils oxydirend, theils reducirend. — Auf organische Verbindungen (namentlich farblose) wirkt in den meisten Fällen das violette Licht am kräftigsten oxydirend ein; Farbstoffe werden von den Lichtstrahlen am stärksten oxydirt, welche sie absorbiren. In allen Fällen ordnet sich aber die chemische Wirkung des farbigen Lichtes dem Gesetze unter, dass jene Strahlen am kräftigsten wirken, welche von der lichtempfindlichen Substanz stark absorbirt werden.

5) Nicht nur die Absorption der Lichtstrahlen durch den belichteten Körper selbst, sondern auch die Absorption des Lichtes durch beigemengte Stoffe spielt bei der chemischen Wirkung des Lichtes eine Rolle. Die Lichtempfindlichkeit des ersteren wird für jene Lichtstrahlen, welche die letzteren absorbiren, häufig gesteigert (optische Sensibilisatoren).

6) Eine dem lichtempfindlichen Körper beigemengte Substanz, welche den durch das Licht ausgeschiedenen Bestandtheil (Sauerstoff, Jod, Brom etc.) chemisch verbindet, befördert die Zersetzung durch das Licht in Folge prädispondirender Verwandtschaft. Solche Körper nennt man chemische Sensibilisatoren.

7) Das Verhalten gegen farbiges Licht variirt bedeutend mit der Reinheit der betreffenden Verbindung und deren molekularen Zustand, eventuell mit der Art der Hervorrufung des latenten Bildes auf Silberverbindungen (besonders bei Bromsilber [189] [190]).

8) Die directe Zersetzung einer Verbindung (z. B. Schwärzung von AgJ, AgBr und AgCl) durch die Lichtstrahlen läuft nicht parallel mit der Entstehung des latenten Lichtbildes und Hervorrufung desselben [Vogel [164] g)].

9) Die Wirksamkeit des Sonnenspectrums schwankt bedeutend mit dem Zustande der Atmosphäre, so dass auch bei gleichem Sonnenstande und anscheinend reinem Himmel der chemische Effect nur selten gleich ist; abso-

lute Zahlen über die chemische Wirkung der verschieden brechbaren Strahlen des Spectrums lassen sich deshalb nicht mit Sicherheit geben (H. W. Vogel[203]).

V. Zusammenhang von Licht und Wärme und abnorme Lichtwirkungen.

A. Allgemeines.

Manche durch Licht bewirkte Veränderungen lassen sich auch durch Temperaturerhöhung hervorbringen [Reduction von Goldchlorid oder Silbernitrat auf Zeug, Papier, ätherischer Chlorgoldlösung (Rumford 1798 [b]) [e]), Juch 1799 [b]) [e]), Vereinigung von Chlor und Wasserstoff, Zersetzung von Salpetersäure, Quecksilberoxyd, Silberoxyd, Bleichen von Safflor, Campeche, Curcuma etc. (Gay-Lussac und Thénard 1811), Veränderung von Phosphor]. In manchen Fällen kann aber eine Temperaturerhöhung das Licht durchaus nicht vertreten (Zersetzung von Chlor-, Brom-, Jodsilber[120]), häufig aber fördert die Erhöhung der Temperatur die Wirkung des Lichtes, so z. B. auf Chlorwasser (Draper[8]), auf Ferridoxalat, auf das Gemisch von Quecksilberchlorid und Ammoniumoxalat, welches bei 60° dreimal und bei 100° 185mal so viel Quecksilberchlorür im Lichte ausscheidet, als bei 0° [Eder[9])[121])]; auf ein Gemenge von Kaliumchromat und Gelatine wirkt das Licht bei 25° dreimal rascher, als bei 5° (Vidal[13]), bei 11° doppelt so rasch, als bei 0° (Lamy[14]).

Sowohl bei nassen Collodionplatten, als Trockenplatten (z. B. Emulsionsplatten), kann man die Exposition bedeutend abkürzen, wenn man den Entwickler erwärmt. (Näheres s. bei den einzelnen Verfahren.)

B. Moser'sche Lichtbilder.

Moser[10]) zeigte zuerst 1842, dass eine Oberfläche, die an einzelnen Stellen von einem anderen Körper berührt wird, die Eigenschaft annimmt, an diesen Stellen alle Dämpfe, welche mechanisch an ihr adhäriren oder sich chemisch mit ihr verbinden können, in anderer Weise als an den unberührten Stellen auf sich niederzuschlagen.

Schreibt man auf Glas mit einem Körper, welcher die Oberfläche nicht ritzt, so wird die Schrift beim Anhauchen sichtbar. Ferner, wenn man Geldstücke auf eine Glas- oder Metallplatte legt, und einige Stunden darauf liegen lässt, so ist zwar nach dem Abnehmen keine Veränderung zu erkennen, wenn man aber auf die Platte haucht, oder sie anderen Dämpfen z. B. Quecksilber oder Jod aussetzt, so entstehen schöne Bilder des Gepräges. Vollständige Berührung ist nicht nöthig, um diese Bilder zu erzeugen, die blosse Nähe ist hinreichend. Das allgemeine Gesetz dieser Erscheinung kann so ausgedrückt werden: „Wenn zwei Körper sich hinreichend genähert werden, so bilden sie sich gegenseitig ab."

Moser schrieb diese Wirkung Lichtstrahlen zu, die für unsere Augen nicht wahrnehmbar sind und gab diesen Strahlen den etwas paradoxen Namen „unsichtbares Licht".

Jedoch findet die Erzeugung Moser'scher Bilder, sowohl im hellen Tageslicht als im Finstern, sowohl bei unmittelbarer Berührung des Gegenstandes mit der Platte, als auch bei sehr geringer Entfernung beider statt, so dass

alle diese Umstände den Entdecker veranlassten, die Existenz eines von ihm so benannten unsichtbaren Lichtes anzunehmen.

Moser hielt die Lichtwirkung bei Daguerreotypplatten und die dadurch bewirkte Condensation von Dämpfen durch dieselbe Ursache, wie die Hauchbilder, bedingt. Auf belichteten Daguerreotypplatten liessen auch Wasserdämpfe das Bild hervortreten. Reines Silber, Kupfer, Glas verändern sich im Lichte nach 1 bis 2 Stunden derartig, dass man Bilder durch Quecksilber-, Jod- und Wasserdämpfe erhält.

Waidele zeigte 1843 hingegen, dass die Ursache der Entstehung der sog. Moser'schen Hauchbilder eine andere sei. Jeder Körper ist nämlich von einer Gasatmosphäre umgeben. Entfernt man diese Atmosphäre durch Ausglühen oder durch Poliren der Platte mit ausgeglühtem Trippel, so tritt an den Berührungsstellen ein Austausch der den letzteren Körper einhüllenden Atmosphäre ein und die Dämpfe schlagen sich an den verschieden afficirten Stellen verschieden nieder, so dass dadurch die Charaktere des aufgesetzten Körpers zur Wahrnehmung gelangen. Deshalb zeigt sich auch die Wirkung, wenn die Körper sich nicht unmittelbar berühren. Auch gelingt der Versuch umgekehrt, wenn nicht die Platte, sondern der auf sie einwirkende Körper frisch gereinigt ist, nur ist der Niederschlag an den entgegengesetzten Seiten.

C. Thermographien (Wärmebilder).

Den Berührungsbildern Moser's analog sind die Wärmebilder von Hunt und Knorr[11]) und die Bilder durch Electricität von Karsten.

Hunt untersuchte die Wärmebilder oder Thermographien näher und fand, dass besonders dann gute Hauchbilder durch Wärme erhalten werden, wenn man ungleiche Metalle auf einander legt. Sehr scharfe Abdrücke erhielt er durch Auflegen einer Münze (Goldmünze) auf eine Kupferplatte, welche erhitzt wurde. Es wirken nach Hunt die Wärmeverhältnisse stark auf das Resultat ein.

Verschiedene Gläser, Glimmer etc. auf eine polirte Kupferplatte gelegt, liessen einen durch Dämpfe sichtbar werdenden Eindruck zurück. Als die mit diesen Körpern bedeckte Kupferplatte der Sonnenstrahlen und dann Quecksilberdämpfen ausgesetzt wurde, erschienen die Bilder verschieden deutlich in folgender Ordnung: Unter berusstem Glas, Crownglas, rothem Glas, Glimmer, orangefarbenem Glas, Papier, Kohle, einem Goldstück, blauem Glas. So zeigte sich deutlich, dass nur die Wärmestrahlen Einfluss auf das Metall hatten.

Die Wirkung, durch welche das thermographische Bild entsteht, ist ohne Zweifel eine sehr complicirte. Die Wärmestrahlung hat hierbei einen sehr grossen Antheil und die materiellen Dämpfe, welche der erhitzte Gegenstand ausgibt, können auch eine Rolle spielen. Bei den Bildern der Münzen etc. ist entschieden die Wärme vorherrschend.

Niepce setzte 1859 die Versuche seiner Vorgänger über Wärmebilder fort[12]).

Durch dunkle strahlende Wärme von 100 ° C. kann man auf gesilbertem Papier durch Hervorrufung Bilder hervorbringen. Allerdings erfolgt der Eindruck sehr langsam.

Legte Niepce auf eine erwärmte (100 °) Metallplatte einen Kupferstich oder sonstigen Druck, dann ein mit Silbernitrat getränktes Papier, so ent-

stand in den Lichtern des Stiches ein lichterbraunes Bild. Auf Papier, das zuerst mit Silbernitrat, dann Goldchlorid getränkt war, entstand aber ein violettes Bild von den Schwärzen des Stiches, resp. von den Buchstaben. Auch auf mehrere Millimeter Entfernung reproducirten sich grosse Buchstaben; dagegen nicht, wenn man ein Blatt Glimmer oder Metall dazwischen bringt. (Tinte, Grafit-Zeichnungen copiren sich selten.)

Glasirte Porzellanplatten mit schwarzen Buchstaben gaben Abdrücke; mit Glasur überzogene aber nicht.

Münzen und Cameen reproducirten sich sehr gut, selbst auf eine Entfernung, auch wenn ein sehr dünnes Blatt Glimmer, Silber oder Kupfer dazwischen gelegt wurde, wenn die Pressung stark oder die Temperatur hoch war.

Auch gefärbte Zeuge copirten; bald aber entstand ein Abdruck der Schatten, bald der Lichter (variabel, je nach der Natur der Farbe und Beize). Z. B. gab Indigoblau auf weissem Kattun stets eine Copie des Blau, bei Berlinerblau dagegen von Weiss.

Auch Gaultier de Claubry fand (1859) dass es genügt, in einem Trockenofen ein bedrucktes oder beschriebenes Blatt einer Temperatur von 100 ° C. auszusetzen, um, wenn man es dann mit einem empfindlichen Papiere bedeckt, ein Bild zu erhalten, das sich sodann wie ein Lichtbild entwickeln lässt.

D. Niepce's Neue Lichtwirkung.

An diese Beobachtungen knüpfte Niepce noch weitere, welche eigenthümliche Eigenschaften des Lichtes erkennen lassen.

Gewisse rauhe unorganische Körper, wie die frische Bruchseite eines Porzellantellers, eine matt geschliffene Stahlplatte, mattes Glas erhalten durch 2- bis 3-stündiges Belichten in der Sonne die Eigenschaft durch blosse Berührung (nach 24 Stunden) Chlorsilberpapier im Finstern zu schwärzen. Es scheint das violette Licht hierin eine geringere Wirkung als weisses zu haben.

Arnaudon wiederholte diese Versuche in verschiedenen Gasen, mit demselben Erfolge.

Niepce fand weiter, dass eine oxydirte (angelaufene?) Eisenplatte im Schatten Silbersalze nicht reducirt, wohl aber, wenn sie belichtet war.

Eine Röhre von Weissblech, welche mit Carton ausgelegt wurde, der mit Weinsäure imprägnirt war und belichtet wurde bis zu dem Punkte, wo Silbernitrat stark reducirt wird, vermag nach 48 Stunden eine in der Mitte eingeschlossene schwache Stärkelösung derartig zu verändern, dass sie die Fehling'sche Kupfer-Lösung schwach reducirt; andere Stärkelösung hat keine Wirkung auf diese Lösung.

Niepce schliesst aus diesen Versuchen, dass diese andauernde Kraft, welche alle porösen Körper durch die Belichtung erhalten, nicht Phosphorescenz sein kann, da diese nach Becquerel's Versuchen nicht so lange andauern würde; es sei daher viel wahrscheinlicher, dass es eine unseren Augen unsichtbare Ausstrahlung ist, wie Foucault glaubt, eine Ausstrahlung, welche Glas nicht durchdringt. Mit Electricität steht die Erscheinung nicht in Verbindung.

Niepce exponirte ferner einen weissen Carton in der Camera durch 3 Stunden in der Sonne, deckte dann im Finstern ein sensibles Papier darauf und erhielt nach 24 Stunden einen ziemlich deutlichen Abdruck.

Ein befeuchteter und den Sonnenstrahlen ausgesetzter Kupferstich reproducirt sich nach Niepce sehr schön auf sensibilisirtem Papier. Dasselbe fand Busk[228]); er brachte den schwachen Eindruck durch Uebergiessen mit Pyrogallus und Silbernitrat zum kräftigen Erscheinen; auch Aussetzen an's Licht entwickelte den kaum sichtbaren Eindruck. Wird der Kupferstich jedoch einige Millimeter mit Wasser bedeckt, so reproducirt er sich nicht. Jedoch fand Niepce[6]), dass auch durch bloses Darauflegen eines bedruckten Papieres auf Silbernitrat-Ammoniak-Papier nach mehreren Tagen ersteres sich abbildet und zwar auch von der Aussenseite des bedruckten Papieres.

Niepce's Beobachtung, dass das Licht einem insolirten Körper eine bleibende Activität ertheilt, wurde mehrfach angegriffen. Er widerlegte die Entgegnungen durch folgenden Versuch.

Er steckte in eine Röhre von Weissblech, die in Eis gekühlt war, ein insolirtes mit Weinsäure*) getränktes Papier. Die Röhre blieb 24 Stunden mit Eis umgeben, während ihre Oeffnung mit einem getrockneten Silbernitrat-Papiere bedeckt war. Als Matrize diente ein zwischen der Oeffnung und dem empfindlichen Papiere eingeschaltetes dünnes mit Buchstaben bedecktes Papier. Das Silbernitrat-Papier liess mit Gallussäure ein Bild entwickeln. Daraus schloss Niepce, dass hier das Licht wirklich und unabhängig von einer Wärmestrahlung eine Wirkung ausgeübt hat.

Insolirtes Papier verliert alle Eigenschaften, durch blosse Berührung Silberpapier zu reduciren, wenn man es eine Stunde lang den Wasserdämpfen aussetzt.

Leitet man über Papier im Finstern ozonisirten Sauerstoff, so erhält es ganz dieselben Eigenschaften, wie sie Niepce bei seinem belichteten Papier beschreibt. Man muss also schliessen, dass die Erscheinung rein chemischer Natur ist (Thenard[7]).

Malone zeigte, dass ein mit Silbernitrat getränktes Papier schon durch das $^1/_2$stündige Darauflegen von bedrucktem Papier ohne jede Lichtwirkung die Eigenschaft erhält, durch Gallussäure ein Bild zu entwickeln. Dieses entsteht als schwaches Positiv; nach dem Trocknen erscheint aber das Bild in der Durchsicht schwach negativ[225]).

Darnach wäre also die Annahme einer besonderen Strahlung von aufgesaugtem Lichte ganz überflüssig. Eine Hauptursache mag häufig in der Entwicklung von reducirenden Gasen liegen.

Diese merkwürdige Eigenschaft des Lichtes tritt bei manchen photographischen Processen durch sonderbare Phänomene zu Tage, wovon hier einige beschrieben sind.

Als Malville-Raven in einem Copirrahmen ein Negativ auf Salzpapier copirte und dann das Negativ wechselte, um sofort ein anderes zu copiren, erschien an der Rückseite des neuerdings eingelegten Salzpapieres ein schwacher Abdruck des gerade vorher entfernten Negativs, während die empfindliche Seite natürlich ein Bild des unmittelbar aufgelegten Negativs aufnahm. In manchen Fällen, wo 2 oder 3 Negative nach einander gewechselt worden waren, sah man an der Rückseite des empfindlichen Papieres deutliche Spuren der Zeichnung eines jeden derselben. In dem Rahmen trennte ein dünner trockener Carton das empfindliche Papier von der Rückwand.[226])

*) Papier, welches mit Weinsäure oder Urannitrat getränkt ist, zeigt die hier beschriebenen Eigenschaften besser, als nicht getränktes.

Ein frisch copirtes Albuminbild, im Finstern auf ein frisch gesilbertes Albuminpapier gelegt, verursacht auf letzterem das Entstehen eines schwachen Abdruckes (Marowsky[227]).

H. W. Vogel erklärt diese Erscheinung dadurch, dass sich beim Copiren beträchtliche Mengen eines reducirenden Gases (?) entwickeln soll, welches die Reduction von Silbernitrat verursache.

Quidde beobachtete folgende Erscheinung: Es wurde ein Bild auf Salzpapier copirt, hergestellt durch einfaches Salzen und Silbern des Papieres. Unmittelbar wurde eine andere Platte eingelegt und ebenfalls auf Salzpapier copirt. Da zeigte sich auf der Rückseite eine schwache Andeutung des Bildes der ersten Platte. Versuche, diese Erscheinung absichtlich herbeizuführen, gelangen nicht.[227])

Legt man zwischen Trockenplatten (speciell Bromsilber-Gelatineplatten) weisses Papier (z. B. an den Rändern beim Verpacken), so zeigt sich dort beim Entwickeln eine geringe Schwärzung, gerade so, als ob schwaches Licht gewirkt hätte. Dunkleres Papier zeigt diese Erscheinung nicht*) oder weniger. (Phosphorescenz des Papieres?) Weisses bedrucktes Papier bewirkt, dass die Buchstaben beim Entwickeln auf der Bromsilberplatte erscheinen.**)

E. Uebertragung der Lichtbilder durch Berührung.

Im Anschlusse an die angeführten Angaben seien auch die Versuche erwähnt, das durch kurze Belichtung erhaltene unsichtbare (latente) Lichtbild auf photographischen Platten, durch Berührung auf eine andere Platte zu übertragen.

Testelin gelang es durch kurzes Belichten erhaltene unsichtbare Lichtbilder auf Jodsilberpapier durch Anpressen an ein derartiges nicht belichtetes Papier zu übertragen, so dass Pyrogallussäure auf letzterem ebenso wie auf ersterem ein Bild entwickelte.***) Laoureux fand 1880, dass eine exponirte Bromsilber-Gelatineplatte auf eine andere nicht exponirte, in einem Abstande von $^1/_2$ mm gelegt, der letzteren den Lichteindruck mittheilt, so dass sie beim Entwickeln ein gutes Bild giebt.†) Pizzighelli gelang aber der Versuch nicht, und selbst Laoureux konnte bei einer Wiederholung nicht mehr die angegebenen Resultate erzielen††). Die ersten Versuche in ganz derselben Richtung machte schon Moser 1843 bei Daguerreotypplatten†††), ohne jemals die Uebertragung des Lichtbildes zu beobachten.

Der Verfasser erklärte diese eigenthümlichen, sich selbst widersprechenden Beobachtungen daraus, dass die Gelatine bekanntlich mitunter phosphorescire und dass die Uebertragung des Lichtbildes aus dem Entstehen und der Wirkung eines vorübergehenden leuchtenden Bildes sich erkläre.

*) Wight, Photogr. Mitth. 1881. Bd. 16, S. 54.
**) Blow, Photogr. News. 1880. S. 491.
***) Testelin, Essai de théorie sur la formation des images 1860. S. 79.
†) Phot. Wochenbl. 1880, Bd. 6, S. 201.
††) Mitth. 1881, Bd. 18, S. 40.
†††) Poggend. Ann. 1843.

VI. Zusammenhang von Licht und Electricität.

A. Allgemeines.

Das Licht beeinflusst den Leitungswiderstand mancher Körper für Electricität. Sehr auffallend ist dies beim Selen (s. o.); auch bei Silber nimmt die Leitungsfähigkeit durch die Belichtung um $1^1/_4$ Hundertel Procent zu. (Börnstein.*)

Ein mit einem empfindlichen Galvanometer verbundenes Kupfer-Zink-Paar, welches in eine Lösung von Urannitrat und Oxalsäure gestellt wird, giebt nach Niepce (1859) einen bei weiten stärkeren Strom unter dem Einflusse des Lichtes, als im Dunkeln. — Nach Pellat**) vermindert sich in einem länger gebrauchten Daniel'schen galvanischen Element die electromotorische Kraft durch Belichtung. Denselben Gegenstand studirte Hankel.***)

Becquerel fand 1839 und 1840, dass zwischen zwei, in saure oder alkalische Flüssigkeiten getauchte Platin-, Gold- oder Silberplatten sofort ein electrischer Strom circulirt, sobald man auf die eine der Platten Licht fallen lässt. Ein besonders starker Strom entsteht, wenn die Platten einen Ueberzug von Chlor-, Brom- oder Jodsilber haben. Becquerel stützte darauf sogar eine Methode der Photometrie (s. u.).

Taucht man zwei Zinkplatten in Wasser, das etwas Calciumcarbonat enthält, und lässt Drummond'sches Licht auf eine derselben fallen, so entsteht ein electrischer Strom (Minchin†).

Die Mitten der Würfelflächen der Flussspathkrystalle werden durch die Belichtung negativ electrisch; die Intensität der negativen Spannung nimmt nach den Rändern und besonders nach den Ecken hin ab. Bei grösseren Krystallen zeigen jedoch die Ecken und zum Theil auch die seitlichen Ränder der Flächen die entgegengesetzte, also positive electrische Polarität. (Hankel 1877 und 1880.) Besonders wirksam ist hierbei das violette Ende des Spectrums.[236])

B. Wirkung der Electricität auf photographische Schichten.

Der electrische Funke reducirt Chlorsilber, ähnlich wie das Licht (Becquerel[230]).

Silliman und Goode fanden, dass der zwischen zwei Kohlenspitzen erzeugte Funke mehr Actinismus an der Seite des negativen Poles als von der des positiven habe.[15])

Odgen N. Rood[16]) liess den electrischen Funken direct auf die empfindliche Collodion-Platte fallen und erhielt so sehr scharfe Bilder desselben. Er hielt diese Bilder durch Lichtwirkung (nicht durch Electricität) entstanden. Der positive Funken gab einen Stern mit einem oder mehreren Ringen; der negative Funken gab ein ganz anderes photographisches Bild, nämlich Ringe, ohne Stern. Aehnliches fand später Schnauss (1875††).

Pinaud verglich 1851 die Wirkung der Electricität mit der des Lichtes auf lichtempfindliche Platten und Papiere. Er erhielt beim Durchschlagen des Funkens durch jodirte oder bromirte Silberplatten glänzende Flecken

*) Beiblätter zu den Annalen d. Phys. Chem. 1881, S. 199.
**) C. r. 89. 227. Beibl. 1879, S. 5.
***) Wiedemann, Annal. Phys. 1875, I. 425.
†) Chemical. News. 1880, Bd. 42, S. 269. Beibl. 1881, S. 139.
††) Photogr. Archiv 1875.

von stahlblauer Farbe; schon ganz kleine Funken machen einen Eindruck, welche beim Entwickeln mit Quecksilberdämpfen (nach Art der Daguerreotypen) deutlich hervortreten. Ein trockenes, mit Bromsilber imprägnirtes Papier wurde ferner auf eine Metallplatte gelegt und der negative Funken durchgeleitet. Es entstand ein runder dunkelbrauner Fleck; der Versuch gelang nicht mit positiver Electricität (?) oder nassem Papier. Silbernitrat- und Chlorsilber-Papier ist weniger zersetzlich, leicht dagegen Jodsilber-Papier, welches durch Lichtwirkung dagegen viel weniger alterirt wird; die positive Electricität macht auf letztere zackige, die negative runde Flecken.[231])

Auf Bromsilberplatten macht der electrische Funke einen Eindruck (Stern), welcher beim Behandeln mit Oxalat-Entwickler sich hervorrufen lässt.

C. Electrographie.

Karsten zeigte die Möglichkeit des Entstehens von electrischen Hauchbildern (1842), wenn man eine Münze auf eine Glasplatte legt, den electrischen Funken durchschlagen lässt und anhaucht, wodurch ein vollständiges Bild der Münze entsteht.

Grove (1857) erzeugte eigenthümliche „Electro-Photographien“ auf folgendem Wege. Er legte zwischen zwei Glasplatten Buchstaben, aus weissem Papier geschnitten, bedeckte die Aussenseite der einen mit Staniol und liess den electrischen Funken durchschlagen. Die Innenseite trug jetzt ein Bild der Buchstaben, welches durch Hauch sichtbar wurde. Es liess sich auch zum Vorschein bringen, wenn die erwähnte Platte mit einer sensiblen nassen Collodionschicht überzogen wurde, und dieselbe nach einigen Sekunden Belichtung mit Pyrogallus entwickelt wurde. Nedden fand Aehnliches.

Volpicelli (1857) legte auf eine jodirte Silberplatte eine electrisch erregte Siegellackscheibe, worin die Zeichnung einer Medaille abgedrückt war, und liess nach 48stündiger Berührung Quecksilberdämpfe einwirken. Das Quecksilber lagerte sich an den, den vertieften Stellen der Zeichnung entsprechenden Theilen am stärksten ab und gab ein Bild der Medaille.[229])

D. Versuche, die Empfindlichkeit photographischer Platten durch Electrisiren zu steigern.

Daguerre versuchte die Erzeugung der Lichtbilder durch Anwendung der Electricität zu beschleunigen. Er electrisirte die jodirte Metallplatte, wobei er sie isolirte und während der Operation in der Camera obscura auch isolirt erhielt; dadurch soll die Platte sehr empfindlich geworden sein. Dennoch scheint die Sache bei weiteren Versuchen sich nicht bewährt zu haben, da man nichts von einer wirklichen Verwendung mehr hörte.[232])

Auch Roggerson hatte 1857 versucht eine Platte der Berührung mit einer galvanischen Batterie auszusetzen, aber nichts besonderes beobachtet.[233])

Wird durch eine nasse Jodbrom-Collodionplatte während der Exposition ein schwacher electrischer Strom geleitet, so wird nach Boll[234]) die Empfindlichkeit gesteigert. Ein stärkerer Strom führt die electrolytische Zersetzung der Platte herbei. Die Einwirkung des electrischen Stromes während der Entwicklung (saure Entwicklung mit Eisenvitriol) ist ohne jedes Resultat.

Die mit Anwendung von Electricität gemachten Aufnahmen mit nassen Platten zeigen entschieden mehr Durcharbeitung als ohne dieselbe, jedoch ist die Wirkung keine sehr eclatante. (Roloff und Beisgen.[235])

III. CAPITEL.

DAS SONNENSPECTRUM UND DESSEN CHEMISCHE WIRKUNGEN.

Literatur:

Hunt, Researches on light. 1. Aufl. 1844; 2. Aufl. 1854. — Becquerel, La Lumière, ses causes et ses effets. 1868. — Vogel, Lehrbuch der Photographie. 3. Aufl., 1880. — Vogel, Praktische Spectralanalyse irdischer Stoffe. 1877. — Stein, Das Licht. 1877. — Eder, Chemische Wirkungen des farbigen Lichtes. 1879; dasselbe, französische Ausgabe: Des actions chimiques de la lumière colorée. 1881. — Abney, Photographic News. 1877. S. 381.

I. Allgemeines über das Sonnenspectrum.

Es ist allgemein bekannt, dass das weisse Licht aus mehreren verschiedenen, aber vereinigten Farben besteht. Ein weisser Strahl muss sich also unter Umständen in farbige Strahlen zerlegen lassen.

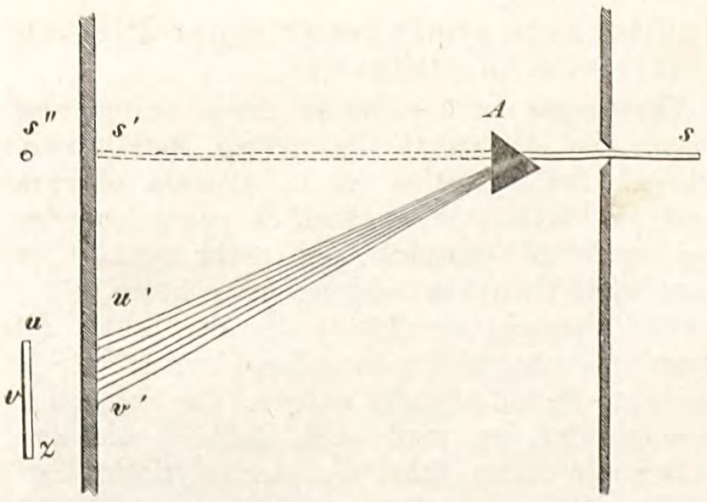


Fig. 3. Sonnenspectrum.

Die beste Methode, die verschiedenen Farben, aus denen das weisse Licht zusammengesetzt ist, zu isoliren, besteht darin, einen Sonnenstrahl *s* auf eine der Seiten eines dreieckigen Prisma's *A* von Flintglas fallen zu lassen. (Fig. 3.)

In Folge der Brechung wird der ursprüngliche Strahl zerlegt, d. h. von seiner ursprünglichen Richtung *ss'* abgelenkt und obendrein in eine Reihe von Farben getheilt, welche hinter dem Prisma ein farbiges Bild, *u' v'*, geben, welches man das Sonnenspectrum nennt — und zwar weil es durch Brechung (Refraction) mittelst des Prisma's erhalten wurde, prismatisches oder Refractions-Spectrum.

Dieses Spectrum besteht, wenn man von oben anfängt, aus folgenden Farben: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett. Das Roth, welches weniger abgelenkt wird als das Violett, wird weniger brechbar genannt; die blauen und violetten Strahlen bezeichnet man als die stärker brechbaren.

Ausser den erwähnten Strahlen giebt es noch unsichtbare, welche sich ausserhalb des sichtbaren Spectrums ausbreiten, sie werden häufig als extraprismatische bezeichnet. Die jenseits des sichtbaren Violett liegenden nennt man ultraviolette (*vz* Fig. 3), die jenseits des Roth ultrarothe Strahlen.

Im Gelb oder Orange erscheint das Spectrum dem Auge am hellsten, ungefähr doppelt so hell als im Grün und dreissig mal heller als im Blau oder Roth und fast 200 mal heller als das Violett.

Es ist bemerkenswerth, dass die meisten lichtempfindlichen Substanzen, wenn sie der Einwirkung des Sonnenspectrums ausgesetzt werden, sich nicht unter dem Einfluss des ganzen Spectrums färben oder in sonst einer Weise verändern, sondern dass sie meistens im Roth, Orange, Gelb und Grün unverändert bleiben, während das Blau und Violett rasch einwirken. Ja selbst durch die für das menschliche Auge unsichtbaren ultravioletten Strahlen werden sehr viele Substanzen viel energischer zersetzt, als durch das grellste rothe oder gelbe Licht.

Desshalb nannte man auch früher sehr häufig die Strahlen des violetten Endes des Spectrums (die stärker brechbaren Strahlen) schlechtweg „chemisch wirksame Strahlen“ oder „actinische Strahlen“, während durch mannigfaltige Untersuchung in neuerer Zeit gezeigt wurde, dass auch das rothe und gelbe Licht eine starke photochemische Wirkung zu äussern vermögen, so dass diese Bezeichnung eine irrthümliche genannt werden muss. Da indessen auf alle in der Photographie gebrauchten Präparate das violette, blaue und selbst grüne Licht so gut wie ausschliesslich wirkt, so pflegt man der Bequemlichkeit und Kürze halber noch heute den Ausdruck „actinische Strahlen“ für die genannten Strahlen des Spectrums zu gebrauchen. (Vergl. S. 11.)

Für die Silber-, Chrom-, Eisen-, Uransalze, deren man sich in der Photographie vorzugsweise bedient, sind die blauen, violetten und ultravioletten Strahlen thatsächlich die „chemisch wirksamen“.

Wenn das Sonnenspectrum mit sehr grosser Aufmerksamkeit untersucht wird, wenn die Apparate, womit man es hervorruft, sehr vollkommen sind, und endlich der Versuch gut angestellt wird, durchläuft eine Menge von schwarzen Linien dies Spectrum, perpendiculär zu der Länge desselben: dies sind die dunkeln Linien des Spectrums, die sogenannten Frauenhofer'schen Linien.

Diese dunkeln Linien haben immer dieselbe relative Stellung, wenn die Sonne als Lichtquelle dient und das Prisma aus dem nämlichen Glase besteht. Deshalb haben die Physiker in Anbetracht der Schwierigkeit, die verschiedenen Theile des Spectrums durch Angabe ihrer Farben zu bezeichnen, weil diese die Eigenthümlichkeit zeigen, ohne bestimmte Grenzen in einander überzugehen, sich dahin geeinigt, diese Theile nach den Frauenhofer'schen dunkeln Linien zu bezeichnen *(raies principales)*. Diese übrigens sehr charakteristischen dunkeln Linien hat man mit Buchstaben versehen, wie nachstehende Figur 4 veranschaulicht.

Man benennt die verschiedenen Farben-Regionen des Sonnenspectrums in neuerer Zeit in gewissen Grenzen mit einem bestimmten Namen, indem

man sich zur Orientirung meistens der Frauenhofer'schen Linien des Spectrums bedient. Um das Verständniss für die Bezeichnung der einzelnen Theile des Spectrums im Zusammenhang mit den Frauenhofer'schen zu erleichtern, sei folgende Zusammenstellung (nach Helmholtz) gegeben.

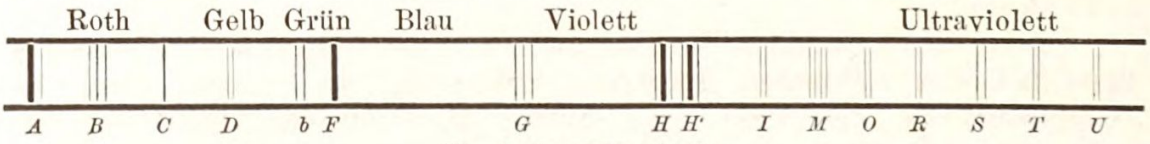


Fig. 4. Sonnenspectrum.

Roth reicht von Ultraroth bis *C*. Von *C* bis *D* geht das Roth über durch Orange in Goldgelb; von *D* ab folgen: rein Gelb (bis $D^1/_3 E$), Grüngelb bis *E*, dann rein Grün zwischen *E* und *b*, Blaugrün zwischen *b* und *F*, Cyanblau von *F* bis $F^1/_3 G$, Indigo bis *G*, jenseits *G* Violett. Hinter *H* beginnt das Ultraviolett, welches dem Auge nicht, oder besser gesagt äusserst schwach, sichtbar ist.

Die sog. Beugungsspectra (Gitterspectra, Diffractionsspectra) erlangten in neuerer Zeit grosse Wichtigkeit[1]). Sie entstehen, indem das Licht durch ein Gitter fällt, welches aus zahlreichen auf Glas oder Silber geritzten Linien[2]) besteht und auch auf mikrophotographischem Wege hergestellt werden kann. Das Beugungsspectrum hat vor dem Brechungsspectrum (mittelst des Prismas) den Vorzug, dass die Ablenkung der Strahlen der Wellenlänge proportional ist; das ist ein wesentlicher Unterschied von dem Brechungsspectrum, in dem die stärker brechbaren Strahlen eine verhältnissmässig viel stärkere Ablenkung erfahren, als die schwächer brechbaren, so dass das blaue Ende des Spectrums gegenüber dem rothen ungewöhnlich in die Breite gezogen erscheint[3]). Das Beugungsspectrum hat den Vorzug, frei von Absorptionseinflüssen zu sein. Durchsichtige Medien absorbiren verschiedene Theile des Spectrums in ungleichem Grade, z. B.: Crownglas das Ultraviolett, Wasser einen Theil des Ultraroth; dadurch sind die Helligkeits-, Wärme- und chemischen Wirkungen des Brechungsspectrums wesentlich beeinflusst. Das Beugungsspectrum dient deshalb als Muster und wird auch das typische genannt. Es hat aber eine geringe Helligkeit. Gitter sind deshalb bisher nur zur Untersuchung sehr starker Lichtquellen anwendbar; sie sind viel kostspieliger, als Prismen[4]).

Bekanntlich fasst man das Licht als Schwingung der Aethertheilchen auf. Je nach dem nun die Schwingungen der Lichtwellen rascher oder langsamer erfolgen, empfängt unser Auge den Eindruck von rothem oder blauem Licht. Eine kürzere Welle macht raschere Schwingungen, als eine

1) Vogel, Praktische Spectralanalyse. 1877. S. 379.

2) So wurde ein Beugungsgitter von 260 Linien auf 1 Millimeter angewendet und stand in seiner Leistung im rothen Theil des Sonnenspectrums einem Apparate mit vier Flintglasprismen gleich. In Glas mittelst des Diamanten geritzte Gitter stellt man jetzt mit 600 bis über 1000 Theilstrichen auf den Millimeter her. (Näheres s. Verdet-Exner, Vorlesungen über die Wellentheorie des Lichtes. 1881.) Ueber photographische Gitter s. Rayleigh, Photogr. News. 1874. S. 220; Strutt, Photogr. News. 1873. S. 262, 274, 341; Crookes, Jour. of Photogr. 1859.

3) Draper, (Phot. Corresp. 1874. S. 68) fand die Photographie des prismatischen Spectrums von H bis zum Ultraviolett dreimal so gross, wie von H zu G; in dem Gitterspectrum war das Bild jenseits von H nicht mehr als $1^1/_2$ mal so gross, wie bis G. Dies zeigt sehr deutlich den Unterschied der Vertheilung in dem Beugungs- und Brechungsspectrum.

4) Näheres über diesen Gegenstand s. H. W. Vogel, praktische Spectralanalyse irdischer Stoffe. 1877.

längere Welle. Man hat die Wellenlänge einer jeden Spectralfarbe ermittelt und bei genaueren wissenschaftlichen Untersuchungen giebt man in neuerer Zeit die Lagen gewisser Linien im Spectrum durch ihre Wellenlängen an. Hier genügt folgende kurze Tabelle[5]):

Aeusserstes Roth:				0,0007634	Millimeter
Bei der Linie	A	im Spectrum:	(Roth) . . .	0,0007606	„
„ „ „	B	„ „	(Hellroth) . .	0,0006875	„
„ „ „	C	„ „	(Orange) . .	0,0006565	„
„ „ „	D	„ „	(Gelb) . . .	0,0005893	„
„ „ „	E	„ „	(Grün) . . .	0,0005269	„
„ „ „	F	„ „	(Blaugrün) .	0,0004858	„
„ „ „	G	„ „	(Blau) . . .	0,0004302	„
„ „ „	H	„ „	(Violett) . .	0,0003971	„
„ „ „	I	„ „	(Ultraviolett) .	0,0003700	„
„ „ „	R	„ „	(Ende d. Ultraviol.)	0,0003091	„

Die ältere Ansicht, dass die Wärmestrahlen sich hauptsächlich in dem schwächer brechbaren und ultrarothen Theil des Spectrums concentriren, hat sich nach Draper's Untersuchungen des Beugungsspectrums als unrichtig erwiesen[6]). Sie gilt nämlich bloss bei mit Prismen erzeugten Spectren und ist einer specifischen Wirkung des Prismas zuzuschreiben; im Diffractionsspectrum ist von einer Anhäufung der Wärmestrahlen in einer bestimmten Partie des Spectrums nichts bemerkbar, sondern die Wärme der brechbareren Hälfte des Spectrums ist mit jener der weniger brechbaren Hälfte gleich, d. h. die wahre Wärmevertheilung ist über alle Spectralsectionen gleich.

II. Methode der spectrographischen Untersuchungen.

Für den Photographen ist insbesondere das Verhalten der Silbersalze gegen das farbige Licht von höchstem Belang, weil es für die Processe des Praktikers durchaus nicht gleichgültig ist, ob das lichtempfindliche Präparat eine mehr oder weniger ausgedehnte Farbenempfindlichkeit besitzt. Deshalb seien hier die Methoden kurz beschrieben, deren man sich bedient, wenn man photographisch-spectroskopische (kurzweg „spectrographische") Untersuchungen anstellt.

Um die Wirkung des Lichtes auf Silbersalze zu studiren, sind farbige Gläser von geringem Nutzen, weil sie immer mehrere Strahlen durchlassen. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man einen langen und schmalen weissen Gegenstand durch ein Prisma und durch das zu prüfende Glas betrachtet.

Ohne farbiges Glas ist der weisse Gegenstand von lebhaften Farbensäumen, von Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violett umgeben, aber bei Verwendung eines farbigen Glases verschwinden einige dieser Farben und die übrigen bestimmen die Natur seiner Eigenfarbe.

Dagegen sind die Farben des Sonnenspectrums unzerlegbar und deshalb rein, um sie aber frei von weissem Lichte zu erhalten, muss man den Apparat mit ausserordentlicher Sorgfalt aufstellen. Es tritt dann Unschärfe

5) Die ersten genauen Bestimmungen der Wellenlänge der Linien des Sonnenspectrums machte Frauenhofer 1823. Diese Arbeiten setzten Ditscheiner, Angström (1864) u. A. fort.

6) Philos. Magaz. (4), 44, 104, 422. Jahresber. Chem. 1872. 129.

ein und das Spectrum wird verschwommen; diese Erscheinung tritt nach Janssen bei längerer Exposition durch Irradiation im Apparate ein.

Fig. 5 zeigt die ältere Monckhoven'sche Einrichtung des Apparates. Im Fensterladen eines vollständig verdunkelten Zimmers bringt man vertical (wovon man sich mittelst eines Bleilothes vergewissern kann) eine Kupferplatte an, welche eine gradlinige, sehr enge, doch nicht unter einem Millimeter breite Oeffnung und zwei oder drei Centimeter Höhe hat. Uebrigens müssen die beiden Blättchen, welche dazu gehören, beweglich sein, damit man durch Annäherung und Entfernung das Spectrum mehr oder weniger hell erhalten kann.

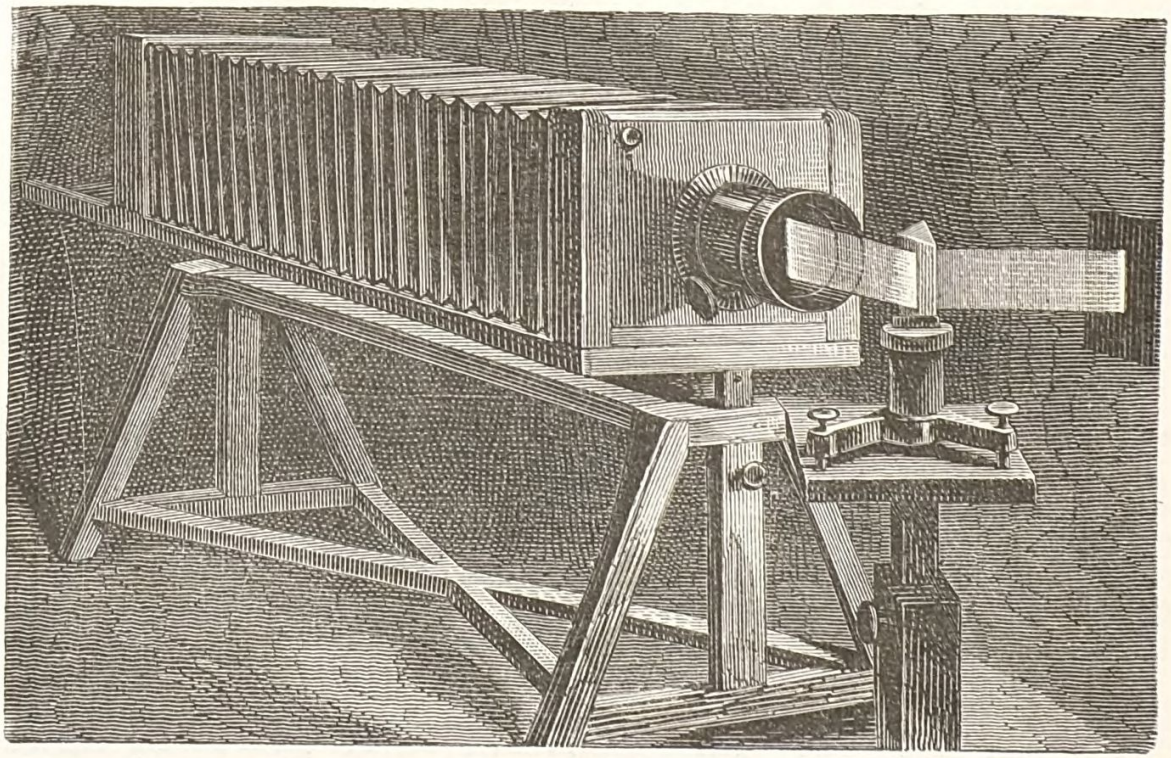


Fig. 5. Photographie des Spectrums.

Die Sonnenstrahlen werden mit Hülfe eines Planspiegels aus versilbertem Glase horizontal durch diese rechtlinige Oeffnung geworfen. Im Nothfall kann man auch einen gewöhnlichen Glasspiegel verwenden, nur wird dann ein Theil der chemischen Strahlen absorbirt.

In der Richtung des Lichtstrahls stellt man ein Prisma aus Flintglas, Quarz oder einem andern durchsichtigen Stoffe, auf einem Stativ mit drei Füssen, vertical auf. Die verticale Aufstellung ist richtig, wenn die Höhe des Spectrums über dem Fussboden mit der Höhe der Spalte übereinstimmt.

Das Prisma muss so gefasst sein, dass es sich leicht um seine Achse drehen lässt. Wenn man es dreht, sieht man das Spectrum sich dem Lichtstrahle nähern; bald zeigt sich aber ein Punkt, an welchem es sich wieder davon entfernt, selbst wenn man das Prisma in umgekehrter Richtung bewegt. Es giebt also eine Stelle, die als Minimum der Abweichung bezeichnet wird, welche man genau treffen muss, weil sonst den Farben des Spectrums weisses Licht beigemischt sein würde.

Das so erhaltene Spectrum ist undeutlich, wenn man es aber in einem photographischen Apparate durch ein Doppelobjectiv auffängt, kann man

die Spalte durch das Prisma einstellen und erhält dann die Form eines Rechtecks. Die Mikrometerschraube macht es möglich, alle verschiedenen Farben, die ebenfalls abweichende Brennpunkte zeigen, nacheinander einzustellen und die dunkeln Frauenhofer'schen Linien zu beobachten.

Die Camera zur Aufnahme des Sonnenspectrums muss sich hinlänglich aus- und einschieben lassen und auf einem Stative befinden, welches erlaubt sie wagerecht aufzustellen. Die Cassette muss etwa 10 Centimeter hoch und 50 cm breit sein.

Um die Genauigkeit des Versuchs zu erhöhen, muss man in der Nähe des Prisma's nach der Spalte hin einen Carton mit länglichem Ausschnitt anbringen, der gross genug sein muss, um das Prisma nicht zu verdecken. Dadurch vermeidet man das zertreute Licht, welches bisweilen in den Apparat gelangt und die Resultate fälscht. Das Prisma muss ausserdem dem Objectiv so nahe gerückt werden, als nur irgend möglich ist.

Je näher das Objectiv der Spalte ist, desto breiter und länger ist das Spectrum; je weiter davon entfernt, desto kürzer und heller. Hieraus geht hervor, dass man bei sehr empfindlichen Präparaten die erste Aufstellung, sonst aber die zweite zu wählen hat. Im erstern Falle darf das Spectrum 3 oder 4 Decimeter lang sein, im zweiten nur 1 Decimeter, ja man muss sogar die Spalte etwas breiter machen.

Wir können noch hinzufügen, dass es im ersten Falle schwer hält, ein hinlänglich reines Spectrum zu erlangen, und man besser thut, zwei Prismen hintereinander, beide im Minimum der Abweichung, aufzustellen. Dann erhält man sicher ein reines Spectrum.

Wenn der Versuch länger als eine Minute dauern soll, muss man statt des erwähnten Spiegels einen Heliostaten verwenden, der äquatorial gestellt ist. Da ausserdem das Flintglas einen grossen Theil der extraprismatischen Strahlen absorbirt, ist es gerathen, sich des Quarzes zu bedienen[7]); weil aber die daraus angefertigten Prismen, wegen ihrer schwachen Dispersionskraft, ein sehr kurzes Spectrum geben, klebt man zwei zusammen, wodurch die Länge viel bedeutender wird. Beim Bestellen solcher Quarzprismen muss man dem Optiker einschärfen, dass die gebrochenen Strahlen (im Minimum der Abweichung) in der Richtung der optischen Achse hindurchgehen. (Der Quarz krystallisirt in hexagonalen Prismen und besitzt doppelte Brechung.)

Die verschiedenen Farben nehmen, je nach dem Dispersionsvermögen des verwendeten Prisma's, einen grössern oder geringern Raum ein.

Das auf beschriebene Weise erhaltene Sonnenspectrum ist sehr geeignet, um daran den Einfluss farbiger Strahlen auf die verschiedenen Silbersalze oder auf andere lichtempfindliche Präparate zu untersuchen.

Abney's Apparat zur „Photo-Spectoscopy", welcher aus dem Condensator, dem Collimator, mehreren Prismen und der Camera mit ihren

7) Schon Crookes verwendete 1856 bei seinen photographischen Untersuchungen über das Sonnenspectrum eine Quarzlinse und zwei Quarzprismen. (Poggend. Ann. Bd. 97, S. 616.) Auch Müller (Pogg. Ann. Bd. 97, S. 616) arbeitete mit Quarzprismen. Hughins beschäftigte sich seit 1876 mit der Photographie der Sternspectra und erzeugte selbe mittelst eines Prisma's aus isländischem Spath und zwei Quarzlinsen (Compt. rend. Bd. 91, S. 70; Naturforscher. 1880. Bd. 13, S. 89). Cornu nahm 1878 das ultraviolette Sonnenspectrum mit einem Quarzspectroskop unter Anwendung von Kalkspathprismen photographisch auf (Beiblätt. Annal. Phys. Chem. 1878, S. 339).

Linsen besteht[8]), ist ähnlich dem eben beschriebenen; die Brennweite des Objectives ist 62 cm, die Zahl der Flintglasprismen drei[9]). Abney photographirte auch das Beugungsspectrum (s. u.). Monckhoven benutzte 1874 vier Flintglasprismen.

H. W. Vogel hat zum Studium über die chemischen Wirkungen des Spectrums auf Platten verschiedener Art einen Apparat zur Photographie des Sonnenspectrums, den er Spectrograph genannt, construirt[10]).

Den Apparat bildet eine photographische Camera *K* (Fig. 6) aus Holz, 17 cm lang, 13 cm breit und 10 cm hoch, ohne Auszug, die bei *H* eine matte Scheibe *v* (vergl. Fig. 6) trägt, welche mit einer Cassette bekannter Einrichtung vertauscht werden kann. Der Vordertheil der Camera besteht aus einer beweglichen Jalousie *R*, die innerhalb der Coulisse *n' n''* läuft und in der Mitte ein Brettchen *b* trägt, in welches das Spectroscop *S* mit horizontalem Spalt *r* eingeschraubt ist. Die Achse des Spectroscops liegt 2 cm unterhalb der Achse der Camera.

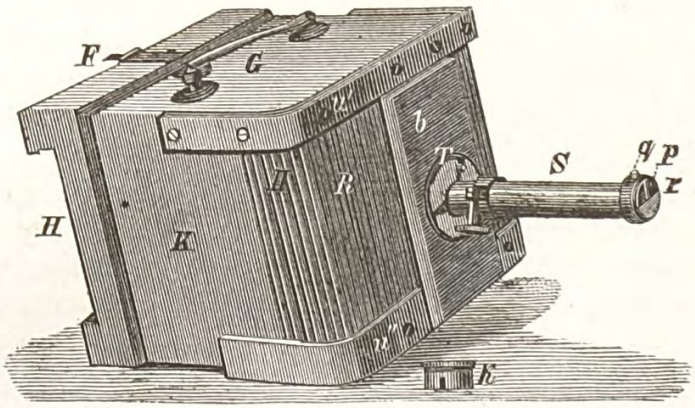


Fig. 6. Vogel's Spectrograph.

Die Jalousie erlaubt das Spectroscop seitlich zu verschieben, und man ist dadurch im Stande auf einer kleinen Platte von 11 × 8 cm fünf senkrecht stehende Spectren nach einander aufzunehmen, falls man den Spalt nicht zu lang nimmt.

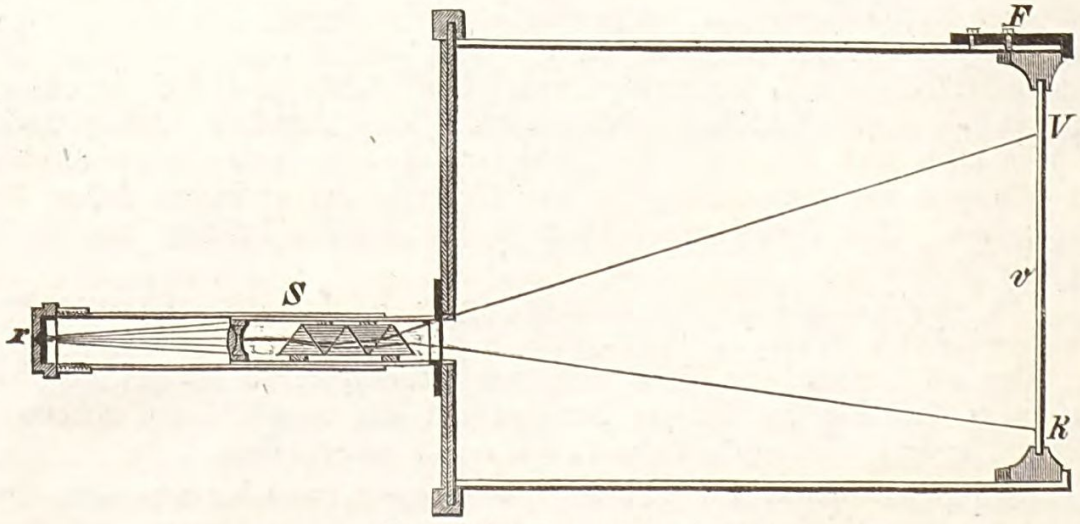


Fig. 7. Vogel's Spectrograph.

Der Spalt des Instruments liegt der Richtung der Jalousiebewegung parallel und ist nicht parallelrandig, sondern keilförmig. Dadurch wird ein Spectrum erzeugt, welches an der einen Langseite dunkel, an der anderen

8) Näher beschrieben in einer Reihe von Artikeln in Photog. News. 1877, S. 461 u. ff.

9) S. Phot. Wochenbl. 1881, S. 257; Photogr. News. 1881, S. 377, 391.

10) Poggendorff's Annal. Bd. 156, S. 319; auch Bericht über die wissenschaftl. Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879.

hell ist. An der hellen Langseite beginnt natürlich die photographische Wirkung zuerst und schreitet, in der Richtung der Spectrallinien, um so weiter nach der anderen fort, je kräftiger die chemische Intensität der betreffenden Farbe ist. Man kann demnach aus der Ausdehnung der Wirkung einer bestimmten Farbe einen Schluss auf deren chemische Intensität machen. Die eine Spaltseite ist fest, die andere wird durch die Platte *p* (Fig. 6) gebildet, welche um eine Schraube drehbar und durch diese feststellbar ist. Dadurch kann man den Winkel, den beide Spaltseiten mit einander bilden und die Helligkeitsunterschiede der beiden Spectrumseiten verändern. Die Schraube *q* regulirt die Entfernung der beiden Spaltkanten.

Eine Objectivlinse fehlt gänzlich. Die Collimatorlinse vertritt die Stelle derselben (siehe den Durchschnitt in Fig. 7). In der That erscheint ein objectives Spectrum auf der matten Scheibe, wenn man den Apparat auf eine Lichtquelle richtet und das Spaltrohr des Instruments hinreichend weit auszieht; die Collimatorlinse entwirft alsdann bei monochromem Lichte ein objectives Bild des Spalts auf der matten Scheibe, bei Anwendung von Sonnenlicht eine Folge von Spaltbildern, d. h. ein objectives Spectrum. Obgleich dieses System optisch nicht vollkommen ist, gelingt es leicht, die Hauptsonnenlinien darin zu erkennen.

Zu bemerken ist, dass bei der Schmalheit der in Betracht kommenden Strahlenbündel die sog. Tiefe des Instruments sehr gross ist. Die Verlängerung der Camera hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Schärfe. Das Scharfeinstellen ist deshalb ausschliesslich durch Ausziehen des Spaltrohrs zu bewerkstelligen.

Beim Gebrauch fasst man das Instrument mit dem Griff und richtet es auf die Sonne, so dass das Spectroscop keinen oder nach allen Seiten hin gleich viel Schatten[11]) wirft. Auf Schiffen wählt man dazu einen Platz in der Mitte des Fahrzeuges und nimmt das Instrument auf den Schooss. Heliostat ist unnöthig.

Mit diesem Instrumente wurden von Vogel folgende Untersuchungen gemacht: Photographische Spectralbeobachtungen im Rothen und Indischen Meer, Poggendorff's Ann. B. 156, 319 (hier findet sich der Apparat bereits beschrieben); Chem. Wirkungen des Lichts auf reines und gefärbtes Bromsilber, ebenda 1876, 667 und Photogr. Mittheilungen XIII, 30.

Auch Cpt. Waterhouse in Kalkutta hat das Instrument zu seinen Spectralbeobachtungen benutzt (siehe Waterhouse's Spectralversuche, Photogr. Mittheil. XIII, 16, 197, 223.

Zu ganz genauen Untersuchungen, bei welchen es besonders auf scharfe Liniendefinition ankommt, hat Vogel den grossen Spectrographen construirt, der im „Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879“ S. 380 näher beschrieben ist.

Das Sonnenspectrum wurde kurz nach der Entdeckung der Daguerreotypie von Becquerel und Draper daguerreotypirt, von J. Müller[12]) 1856 und Helmholtz[13]) 1857 auf nassen Collodionplatten photographirt. Seitdem wurde es mehrfach, namentlich von Rutherford in New-York photographirt, welcher ein Spectrum von nicht weniger als $2^1/_{10}$ m Länge in

11) Um den Schatten gut beobachten zu können, ist die Platte *T*, auf welche das Spectroscop geschraubt ist, weiss lackirt.

12) Pogg. Ann. Bd. 97, S. 135.

13) Verh. natur. Ver. Rheinl. 1857, S. 17.

15 einzelnen Abschnitten aufnahm. In neuerer Zeit beschäftigte sich namentlich Abney mit der Photographie des ultrarothen Theiles; Rand Capron gab 1879 einen Octavband mit den Photographien der Elemente heraus[14]).

1. Wirkung der farbigen Strahlen auf Silbersalze im Allgemeinen.

Die meisten Silbersalze, selbst diejenigen, welche gefärbt sind, schwärzen sich im Lichte.

Die empfindlichen Schichten werden, wenn die zu prüfenden Silbersalze unlöslich sind, durch doppelte Zersetzung in der Textur des Papiers dargestellt; sind sie dagegen löslich, so taucht man das Papier in ihre wässerige oder alkalische Lösung. Im Allgemeinen ist im erstern Falle die Schwärzung eine viel intensivere, wenn das lösliche Silbersalz, z. B. das Silbernitrat, im Ueberschusse vorhanden ist.

Die Wirkung des Spectrums auf Silbersalze erstreckt sich vom Blauen abwärts bis weit über das sichtbare Spectrum hinaus, das Maximum der Intensität liegt aber fast immer im Indigo und Violetten. Die Grenze der Wirkung des Spectrums ist sowohl von der Natur des Prisma's, als der Durchsichtigkeit der Atmosphäre abhängig; bei Prismen von Quarz oder isländischem Spath reicht sie viel weiter, als bei Prismen aus Glas. Das Gitterspectrum erstreckt sich weiter in's Ultraroth.

2. Wirkung auf Jodsilber.

Es giebt mehrere chemische Maxima für diese Substanz, je nachdem man sie untersucht:

A. Bei directer Schwärzung, ohne Hervorrufen.

a. Auf Jodsilberplatten (Daguerreotypie)[15]). Das Maximum der Wirkung liegt im Violetten und erstreckt sich nach der einen Seite bis in's Blaue, nach der andern weit über die sichtbaren Strahlen hinaus. Im äussersten Roth zeigt sich fast keine Wirkung, im Orange, Gelb und Grün gar keine.

b. Auf Papier, durch doppelte Zersetzung zwischen Jodkalium und Silbernitrat bereitet. Das Maximum der Intensität wechselt je nach der Concentration des überschüssigen Silbernitrats (R. Hunt), findet sich aber entweder im äussersten Violett (R. Hunt) oder sogar darüber hinaus (Herschel). Die Wirkung erstreckt sich mitunter bis unter die grünen Strahlen[16]). In den andern farbigen Strahlen zeigt sich keine Wirkung, ausgenommen im äussersten Roth, wo sie indessen kaum sichtbar ist (Herschel).

Wenn das überschüssige Silbernitrat durch wiederholte Waschungen entfernt wurde, verliert das Jodsilber die Eigenschaft, sich im Lichte zu schwärzen, obwol im Blau und Violett noch eine leichte Farbenänderung stattfindet.

B. Bei sehr kurzer Belichtung und Hervorrufen.

a. Mit Quecksilber auf Daguerreotypplatten[17]). Im äussersten Roth sehr geringe Wirkung, die sich durch rosige Färbung bekundet; im Orange

14) Verlag Spon, London.
15) Hunt, Researches on Light. 1854, S. 81.
16) Philosophical Magazine. 1840; Hunt, Researches on Light. 1855, S. 115.
17) Hunt, Researches on Light. 1855, S. 117.

eine kaum sichtbare Linie; im Gelb keine Wirkung, im Grünen eine kaum wahrnehmbare, dagegen im Blau, Indigo, Violett und dem äussersten Spectrum höchst energische Einwirkung (Draper 1842; Hunt, Herschel 1843); das Maximum der Wirkung liegt zwischen *G* und *H* im Violett (Becquerel)[18].

b. Mit Pyrogallussäure oder Eisenvitriol auf Collodion. Im Roth keine oder fast gar keine Wirkung; im Orange, Gelb und Grün auch bei längerer Belichtung keine Veränderung, während das Blau und die darüber hinaus liegenden Strahlen sehr energisch wirken. Wenn die Belichtung länger fortgesetzt wird, als für die blauen und violetten Strahlen ausreicht, solarisiren sich diese, obwol Gelb, Orange und Grün noch keine Wirkung zeigen. Das Maximum der Wirkung liegt im Indigo und im Anfange des Violett (Crookes)[19].

J. Müller[20] beobachtete 1856 auf Jodsilbercollodium eine Wirkung von *Q* im Ultraviolett bis etwas über *G*; ähnliches fand Eisenlohr 1856 bei seinen Experimenten mit dem Beugungsspectrum[21]. Nach Becquerel[22] beginnt auf nassen Jodsilber-Collodionplatten mit Eisen- oder Pyrogallus-Entwicklung die Wirkung des Spectrums bei *G*, beiläufig bei $^1/_3$ von der Distanz bis *H* und dehnt sich bis *P* im Ultraviolett und bis über *G* nahe zu *E* im Grün aus; ähnliches fand Schultz-Sellack[23]. Vogel[24] fand auf trockenem Jodsilbercollodium den Beginn der Wirkung bei *H''*, das Maximum bei *G* bis auf etwa $^2/_3$ der Entfernung *FG*, und bis in's Gelb oder Roth eine schwache Wirkung; Jodsilber unter einer Silbernitrat-Schicht (nasses Collodion-Verfahren) zeigte eine weiter gehende Empfindlichkeit für Ultraviolett und das kräftige Maximum nahe bei *G* (etwas gegen *F*); Jodsilber unter Wasser steht in der Mitte zwischen beiden; in allen drei Fällen wurde sauer mit Eisenvitriol und Silbernitrat entwickelt. Nach Monckhoven[25] liegt das Maximum der Wirkung genau zwischen der dritten Wasserstofflinie ($H\gamma$) und *G*; bei verlängerter Einwirkung des Spectrums reicht der Effekt von *U* bis *D*. Bei sehr langer Exposition solarisirt das Jodsilber im Violett und das Maximum der Wirkung rückt bis E im Grün vor.

C. Bei vorhergehender Belichtung und nachfolgendem Auftragen einer alkalischen Jodverbindung.

Herschel, Talbot, R. Hunt, Fyfe, Lassaigne, und Poitevin, haben gefunden, dass ein mehr oder weniger belichtetes Jodsilberpapier, welches dann mit Jodkalium überzogen wurde, sich im Lichte umgekehrt verhält, d. h. weiss wird und also positive Bilder giebt, und zwar sowol bei einer langdauernden Belichtung, als bei einer sehr kurzen mit nachfolgendem Hervorrufen.

Im Sonnenspectrum zeigt sich ebenfalls eine höchst eigenthümliche, aber sehr verwickelte und schwer zu beschreibende Wirkung, indem das Licht auf das Jodkalium wirkt, Jod frei macht, und das Silberjodür dadurch bleicht.

18) Becquerel, La lumière. 1868, Bd. 2.
19) Poggend. Ann. Bd. 97, S. 616. (1856.)
20) Poggend. Ann. Bd. 97, S. 135.
21) Poggend. Ann. Bd. 99, S. 159.
22) La lumière. 1868, Bd. 2, S. 86.
23) Berichte deutsch. chem. Ges. Bd. 4, S. 210.
24) Pogg. Ann. Bd. 153, S. 223.
25) Traitè général de Photogr. 1880, S. 21.

Wenn man vom mittleren Gelb ausgeht, so zeigen sich zwei entgegengesetzte Wirkungen. Zuerst wird das Papier weiss vom äussersten Violett an, aber nicht gleichmässig auf diesem ganzen Raume; zweitens wird es schwarz vom Roth bis zum Gelb, aber ebenfalls nicht gleichmässig. Uebrigens ist diese Wirkung, je nach der Bereitung des Papiers, eine verschiedene. (Herschel[26]), Hunt[27]), Becquerel).

3. Wirkung auf Bromsilber.

A. Directe Schwärzung.

Wenn dieses Salz auch nur mit wenig überschüssigem Silbernitrat zusammen ist, schwärzt es sich sehr rasch.

Im Sonnenspectrum beginnt die Schwärzung sofort und erstreckt sich über das ganze sichtbare Spectrum und sogar über die rothen Strahlen hinaus. Das Maximum der Wirkung liegt in der Nähe der dunkeln Linie *G* (Sir John Herschel).

B. Mit Hervorrufen.

a. Daguerreotypplatten mit Brom erzeugt, sind weiter ins Grüne empfindlich, als Jodsilberplatten, weshalb Hunt schon 1840 und 1842 diese Anwendung empfahl und sagte: „Es muss eine neue Photographie geschaffen werden, in welcher Brom die Grundlage bildet“[30]).

b. Bromsilber auf Collodion mit saurer Pyrogallus- oder Eisenvitriol-Entwicklung. Crookes beobachtete eine Wirkung von *E* und *F* bis zum Violett nach *H*. Schultz-Sellack fand nasse Bromsilbercollodionplatten bis zu *F* im Blau empfindlich; Becquerel dagegen bis *E*. H. W. Vogel fand[31]), dass selbst bei der relativ kurzen Exposition von 7 Minuten auf trockenem Bromsilber die Empfindlichkeit bis *D*, ja bei längerer Exposition bis *a* im Roth reicht; dass ferner Bromsilber unter Silbernitratlösung exponirt empfindlicher für Blau, dagegen weniger empfindlich für Roth und Gelb wird.

c. Auf Bromsilber-Emulsion mit alkalischer Pyrogallus-Entwickelung. In dieser Form ist das Bromsilber empfindlicher für die weniger brechbaren Strahlen, als in der vorigen. Bromsilbercollodion verhält sich nach Vogel[32]) verschieden von Bromsilbergelatine. Ersteres ist für Indigo in der Region um *G* (Frauenhofer) am empfindlichsten (Wellenlänge 430), letztere im Hellblau (Wellenlänge 450), wo Bromsilbercollodion nur noch eine geringe Empfindlichkeit zeigt. Sehr interessant ist das verschiedene Verhalten der verschiedenen Modificationen des Bromsilbers.

Frische Bromsilbergelatine (mit überschüssigem löslichen Bromid dargestellt, enthält ursprünglich feinzertheiltes pulveriges, wenig empfindliches Bromsilber. Dasselbe ist in der Durchsicht rothgelb und seine Empfindlichkeit reicht von *F* im Grün bis *Mn* im Ultraviolett; gereifte Bromsilber-Gelatine-Emulsion, welche feinzertheiltes körniges, „grünes“, hochempfindliches

26) Philos. Transactions 1840—42. (On the Action of the Rays of the Solarspectrum.)
27) Researches on Light. 1854, S. 95.
28) Becquerel, La lumière 1868.
29) Becquerel, Phot. News. 1874, S. 508 aus Comptes rendus.
30) Philos. Transact., Dingler's Journ. Bd. 133, S. 430.
31) Pogg. Annal. Bd. 153, S. 220.
32) Ber. deut. chem. Ges. 1881, Bd. 14, S. 1024.

Bromsilber enthält, ist bis ins Roth (zur Linie *A*), ja sogar für Ultraroth empfindlich. Beide haben das Maximum der Empfindlichkeit in der Nähe von *G* (bei der Wasserstofflinie $H\gamma$, Monckhoven[33]). Nach Vogel sind hochempfindliche Bromsilbergelatineplatten für die Mitte zwischen *G* und *F* am empfindlichsten, dann nimmt die Wirkung gegen Roth rasch, gegen Ultraviolett langsam ab; Collodiongelatineschichten[34]) haben dasselbe Maximum der Empfindlichkeit, jedoch ist ihre Empfindlichkeit für die schwach brechbaren Strahlen sehr merklich grösser, als die der Gelatineschichten. Beimischung von einer geringen Menge Jodsilber zum Bromsilber stimmt nach Abney[35]) die Empfindlichkeit für schwach brechbare Strahlen herunter und Bromjodsilber mit $^1/_6$ Jodsilber ist nur empfindlich bis über *E*, mit $^1/_{24}$ bis zu *B;* nach Vogel bleibt hierbei das Maximum der Empfindlichkeit an derselben Stelle. — Daraus geht hervor, dass sich Bromsilbergelatine oder Vogel's Emulsion, besonders zur Photographie der schwach brechbaren Strahlen des Spectrums eignet, wozu sie auch wiederholt benutzt wurde[36]).

Abney entdeckte eine besondere Form der Bromsilber-Collodion-Emulsion, bei welcher im Gegensatze zur gewöhnlichen Collodion-Emulsion die Partikelchen sehr gross sind und Schichten, welche in der Durchsicht blau erscheinen, erhalten werden; dieselbe ist besonders empfindlich für Roth, ja für Ultraroth.

C. Photographie der ultrarothen Strahlen auf Bromsilberplatten.

Um die ultrarothen Strahlen zu photographiren stellt Abney[37]) seine Collodion-Emulsion in folgender Weise her: Er löst 16 g Collodionwolle in 120 ccm Aether (spec. Gew. 0,725), 60 ccm Alkohol (spec. Gew. 0,820) und setzt zu 90 ccm dieses Collodions 28 g reines Zinkbromid gelöst in 15—30 ccm Alkohol und 3,75 g Salpetersäure. $43^1/_2$ g Silbernitrat werden hierauf in möglichst wenig heissem Wasser gelöst und 30 ccm kochenden Alkohols zugesetzt. Diese Lösung wird allmählig zu dem bromirten Collodion unter Umrühren zugesetzt. Die Collodion-Emulsion wird nun in einen Glaskolben gebracht, die Lösungsmittel in einem Wasserbade abdestillirt, wobei man aufhört, sobald alle festen Theile sich am Boden abgesetzt haben. Die übrigbleibende Flüssigkeit wird nun abgezogen und die Flasche mit Wasser gefüllt. Nach $^1/_4$ Stunde wird der Inhalt der Flasche auf ein Leinwandfilter gebracht, ausgepresst und ausgewaschen. Der feste Rückstand wird hierauf in Alkohol von 0,820 spec. Gew. gebracht, um das Wasser zu entfernen, der Alkohol dann ausgerungen und endlich der Rückstand in eine Flasche gebracht und mit 60 ccm Aether (spec. Gew. 0,720) und 60 ccm Alkohol (spec. Gew. 0,805) übergossen. Mit dieser Lösung wird die Glasplatte bedeckt, dann gewaschen, in eine verdünnte Lösung von Salzsäure gebracht, gewaschen und hierauf getrocknet.

33) Phot. Mitth. Bd. 16, S. 154. Traitè géneral de Photog. 1880, S. 23.
34) Als sog. Vogel'sche Emulsion.
35) Phot. Corresp. 1880, Bd. 17, S. 85.
36) Besonders von Vogel, der bei 2stündiger Exposition die Funkenspectra in Geissler'schen Röhren photographirte und die Linie *C* im Roth ganz deutlich erhielt (Monatsber. d. kgl. Akademie d. Wissensch. Berlin, 3. Febr. und 10. Juli 1879, 12. Febr. 1880).
37) Phil. Transact. 1880. II, 653. Beibl. Ann. Phys. Chem. 1881, 807; daselbst findet sich Näheres über den angewandten Spectralapparat, sowie Phot. News. 1878. S. 302.

Zum Entwickeln dient der Eisenoxalat-Entwickler.

Vermindert man die Menge der Salpetersäure auf $^1/_4$, so erhält man bei sehr kaltem Wetter Platten, die für Wärme-Strahlen von siedendem Wasser oder Quecksilber empfindlich sind.

Conche hat auf Bromsilber-Gelatineplatten das Ultraroth bis zu einem Punkt, der ebenso weit vom Roth absteht, wie das Blaugrün, photographirt und zahlreiche Linien darin aufgefunden, die sich in mehrere Hauptgruppen vertheilen. Abney photographirte das ultrarothe Spectrum, wie es mit einem Gitter bei der Reflexion erhalten wird, mit seiner Collodion-Emulsion, bis zu Wellenlänge jenseits 19400. Auch Emissionsspectra können im Ultraroth photographirt werden[38]). Das Blau etc. wird hierbei durch rothes Glas unterdrückt.

Abney fand die Exposition, die bei der Linie *A* nothwendig ist, etwa 25 mal so gross, als die für *G* erforderliche in ganz hellem Sonnenlicht um Mittag, und für das Ultraroth würde sie 35 mal so gross sein[39]).

Es muss hier noch erwähnt werden, dass Draper schon 1842 das ultrarothe Spectrum photographirte und 1843 im Philos. Magaz. publicirte (die drei Banden α, β, γ). Weiter hatte er es nicht treiben können, da die Glasmasse des Prisma's zu stark absorbirend auf die weniger brechbaren Strahlen wirkt. Auch mit Interferenzspectren erhielt Draper (trotz Einschaltung einer Lösung von Kaliumbichromat) keine definitiven Resultate, in Folge der Unreinheit des Spectrums[40]).

D. Gemenge von Chlor-, Brom- und Jodsilber.

Gemenge von Jod-, Brom- und Chlorsilber mit saurer Pyrogallus- oder Eisenvitriol-Entwicklung vereinigen im Allgemeinen die Wirkungen der einzelnen Verbindungen, so dass derartige Gemenge häufig eine grössere Empfindlichkeit gegen die Spectralfarben aufweisen. Deshalb werden solche Gemenge mit Vorliebe in der Photographie verwendet.

Crookes hat auf Papier eine mittlere Wirkung beobachtet, welche höchst interessant ist, weil man dabei an der Intensität der Schwärzen die Wirkung auf Jodsilber am besten erkennt, während die Wirkung auf Bromsilber im Grün als röthliche Färbung auftritt. Es giebt also, nach Crookes, zwei deutlich getrennte Wirkungen, die jeder Substanz, dem Jod- oder Bromsilber, für sich zukommen, und nicht als eine einzige Wirkung aufzufassen sind, wie wenn die Mischung beider Körper eine chemische Verbindung wäre.

Im nassen Collodion-Verfahren ist, wie Müller und Schultz-Sellack feststellten, Jodbromsilber weiter gegen Grün empfindlich, als Jodsilber allein, nämlich bis zu *E*; die Farbenempfindlichkeit ist bei dem Gemenge von Jodsilber und Bromsilber grösser, als bei jedem der einzelnen Salze. Nach H. W. Vogel ist Jodbromsilber auf Collodion unter Silbernitrat (nach dem gewöhnlichen nassen Collodion-Verfahren) bis zur Linie *D* empfindlich, mit dem Maximum der Empfindlichkeit jenseits der Linie *G*; unter denselben Umständen ist das an Jodsilber reichere Gemenge von Jod- und Bromsilber

38) Gelegentlich seiner Photographie des Ultraroth. Royal Astronom. Soc. Bd. 38, S. 348. Naturforscher 1878, Bd. 11, S. 363.

39) Fortschr. Physik. 1874, S. 507. Phot. News. 1881, S. 131, Phot. Wochenbl. 1881, S. 108.

40) Pogg. Annal. Bd. 153, S. 223.

unter Silbernitratlösung mehr für Ultraviolett und Violett empfindlich. Das an Bromsilber reichere mehr für Hellblau und Grün; trockenes Jodbromsilber ist weniger ins Ultraviolett und weniger ins Gelb hinein empfindlich, als das unter Silberlösung und wird im Ganzen vom Lichte weniger afficirt.

Ueber Jodbrom-Gelatine-Emulsion s. S. 47.

4. Wirkung auf Chlorsilber.

A. Directe Schwärzung.

Die Wirkung des Spectrums auf weisses Chlorsilber richtet sich nach der Natur des zur Bereitung verwendeten Chlorsalzes und nach der Concentration des überschüssigen Silbernitrats (R. Hunt).

Bei reinem Chlorsilber liegt das Maximum der Wirkung im Blau und erstreckt sich weit über das Violett hinaus, aber im Roth, Orange, Gelb und Grün zeigt sich gar keine Wirkung.

Chlorsilberpapier mit überschüssigem Silbernitrat schwärzt sich nach Becquerel zuerst zwischen *H* und *G*, dann von Blau bis nach *F*, dann im Ultraviolett. Nach Abney ist das Maximum der Wirkung des Spectrums auf Chlorsilberpapier bei *G*, auf Silberalbuminat bei *F*.

Ist aber das Chlorsilber vorher kurze Zeit dem Lichte ausgesetzt gewesen, oder war das Spectrum nicht völlig rein, so fangen nach Verlauf einer ziemlich langen Zeit, sogar die weniger brechbaren Strahlen bis zum äussersten Roth zu wirken an, wie die Versuche von Seebeck, Herschel, Poitevin, Becquerel, Zenker zeigen[41]). Auf solchem vorher belichteten Papier finden sich zwei Maxima der Lichtwirkung, eines zwischen *G* und *H*, das andere zwischen *D* und *E* (Becquerel).

Diese Erscheinung erklärt Vogel dadurch, dass das Chlorsilber im Lichte violett wird (Bildung von Silbersubchlorid), dadurch die Fähigkeit erhalten hat, gelbes und gelbrothes Licht stärker zu absorbiren, und in Folge dessen nunmehr die anfangs unwirksamen Strahlen activ werden[42]).

Im gewöhnlichen Chlorsilber-Copirprocess der Photographen ist das Ultraviolett und Violett besonders wirksam.

Die Wirkung prismatischer Strahlen auf violettes Chlorsilber ist höchst merkwürdig. Man bereitet sich diese Chlorverbindung, indem man metallisches Silber mit Kupferchlorid behandelt oder einfach ein gewöhnliches Chlorsilberpapier im Lichte sich dunkler färben lässt. Ein so bereitetes Chlorsilber empfängt und behält den Eindruck der Farben, von denen es getroffen wird, wodurch das Spectrum in seinen natürlichen Farben reproducirt wird.

Diese Beobachtung machte zuerst Seebeck 1810 und Herschel 1839 auf Chlorsilberpapier.

Becquerel und Niepce erzielten bessere Erfolge, indem sie polirte Silberplatten verwendeten, die auf einige Augenblicke in eine Lösung von Kupferchlorid oder Chlorkalk getaucht waren, wodurch sie eine violette Färbung erhalten. Merkwürdig ist dabei, dass auf solche Platten das Spectrum im Orange und Roth am kräftigsten, also umgekehrt einwirkt wie auf weisses Chlorsilber. (Näheres s. Heliochromie.)

41) Zusammengestellt: Zenker, Photochromie, 1868 und Eder, Chemische Wirkungen des farbigen Lichtes, 1879.

42) Pogg. Ann. 1874, Bd. 153, S. 248.

B. Mit Hervorrufen.

Chlorsilber auf Collodion (nasses Verfahren mit saurer Eisenvitriol-Entwicklung) zeigt eine Empfindlichkeit für das äusserste Violett bis zur Linie *G*. Trocknes Chlorsilber auf Collodion zeigt nach der Entwicklung eine Schwärzung von Violett bis ins Roth, bei sehr langer Belichtung sogar bis zur Linie *A*. Aehnliches gilt für alkalische Entwicklung von Chlorsilbercollodion (Schultz-Sellack, H. W. Vogel[43]), Becquerel[44]).

Chlorsilbergelatine-Emulsion, mit citronensaurem Eisenoxydulammoniak, oder alkalischem Hydrochinon-Entwickler, ist nach den Versuchen des Verfassers und Pizzighelli's am meisten empfindlich für den indigoblauen Strahl zwischen *F* und *G*, und zwar näher bei *G* als bei *F*. Die Farbenempfindlichkeit der verschiedenartigen Chlorsilberemulsionen ist nicht gleich; so ist eine Emulsion aus Chlornatrium und Chlorammonium relativ empfindlicher für das rothe Ende des Spectrums, als eine aus Calcium-, Strontium- oder Cadmiumchlorid erzeugte. Die Empfindlichkeit der Chlorsilbergelatine gegen Roth und Gelb ist eine wesentlich geringere, als jene des Bromsilbers. — Abney fand Chlorsilbergelatine, mit einem Gemisch von Ferrooxalat und und Citrat entwickelt, bis *D* empfindlich und zeigte das Maximum der Wirkung im Ultraviolett hinter *K*.

5. Wirkung von Sensibilisatoren und Präservativen auf die Farbenempfindlichkeit photographischer Schichten.

Viele Substanzen zeigen die Eigenthümlichkeit, dass sie durch chemische oder optische Wirkung die Zersetzung der Silbersalze, sowie anderer Verbindungen im Lichte beschleunigen. Solche Substanzen nennt man „Sensibilisatoren"; mitunter findet sich in der Negativphotographie der weniger präcise Ausdruck „Präservativ" vor, welcher andeuten soll, dass man die Empfindlichkeit der nassen Collodionplatten, nach der Entfernung des anhaftenden Silberbades, durch andere Substanzen herbeizuführen und nach dem Trocknen zu wahren, beabsichtigt.

Jene Substanzen, welche Jod oder Brom chemisch zu binden vermögen, begünstigen den Zerfall des Jod- oder Bromsilbers im Lichte, wie besonders Poitevin[43]) und Vogel feststellten; letzterer nennt solche Körper chemische Sensibilisatoren. Der Zusatz eines Farbstoffes zu einer photographischen Platte steigert häufig die Empfindlichkeit derselben für jene Spectralfarben, welche der Farbstoff absorbirt; auf diese Weise wird das Bromsilber etc. für Farben empfindlich gemacht, welche sonst keine oder nur eine sehr geringe Farbenempfindlichkeit besitzen. Solche Körper nennt Vogel, der Entdecker dieser Erscheinung, optische Sensibilisatoren. Es wurde durch Versuche Vogel's, Lea's, Abney's festgestellt, dass auch farblose Substanzen als optische Sensibilisatoren wirken können.

Hier seien einige der wichtigeren optischen Sensibilisatoren näher beschrieben, indem über die chemischen in einem folgenden Capitel über die Collodion-Trockenplatten ausführlich gehandelt werden wird[45]).

Ein Körper, welcher als optischer Sensibilisator dienen soll, muss (abgesehen von seiner Löslichkeit) folgenden Bedingungen genügen:

43) Phot. Mitth. Bd. 11, S. 182.
44) Phot. Wochenbl. 1881, S. 249.
45) Eine Zusammenstellung der über diesen Gegenstand gemachten Untersuchungen findet sich in Eder's Chemische Wirkungen des farbigen Lichtes. 1879.

1. Er muss dasjenige Licht optisch absorbiren, für welches er das Collodion empfindlich machen soll. — 2. Er muss freies Jod oder Brom chemisch binden. Im entgegengesetzten Fall muss noch ein chemischer Sensibilisator zugesetzt werden. — 3. Er darf Silbernitrat nicht zerlegen, weil er sonst die Präparation der Platte stören würde. Bei Bromsilber-Emulsionen, welche nicht freies Silbernitrat enthalten, fällt dieser Umstand weg.

Die optischen Sensibilisatoren verlangen noch die Gegenwart eines chemischen Sensibilisators, was nicht ausschliesst, dass manche der ersteren zugleich die Eigenschaften der letzteren in sich schliessen. Manche Farbstoffe zeigen erst dann eine Sensibilisirung des Bromsilbers für gewisse farbige Strahlen, wenn chemische Sensibilisatoren z. B.: Silbernitrat, Tannin vorhanden sind, wogegen sie bei Bromsilber mit überschüssigem Bromid oder Chlorid unwirksam sind. (S. besonders Vogel.[46])

Die Farbstoffe werden entweder der gelösten Silbersalz-Emulsion zugesetzt, oder es werden die gewöhnlichen photographischen Platten mit einer verdünnten Lösung derselben übergossen; es darf nur sehr wenig Farbstoff angewendet werden.

So werden Brom-, Jod- und Chlorsilberplatten durch Aurin, Naphtalinroth, Anilinroth, Aldehydgrün, Methylrosanilinpikrat, Eosin, Chlorophyll, Carmin, Methylviolett, Cyanin stark empfindlich für das Gelb und Grün des Spectrums[47]), wie die Versuche von Vogel, Becquerel[48]), Waterhouse[49]), Abney[50]), Cros[51]), Carey Lea[52]), Ducos du Hauron[53]) zeigen.

Viele andere Farbstoffe aber erhöhen die Farben-Empfindlichkeit nicht, wie z. B.: Pikrinsäure, Nachtblau, Pencélack, Indigotin, Purpurin etc. (Vogel).

Viele farblose Körper befördern die Farbenempfindlichkeit; so vermehrt Tannin die Empfindlichkeit der Jodbromsilber-Trockenplatten für Violett, keineswegs aber für Blau und Grün, Morphin aber nicht nur die Intensität der Wirkung im Blau und Violett, sondern auch im Grün (Vogel[54]). Harzzusatz steigert nach Abney die Empfindlichkeit von Bromsilber-Collodionemulsion für rothes Licht bedeutend, was H. C. Vogel und Lohse bestätigten[55]), wogegen nach H. W. Vogel die durch Harzzusatz bedingte Vermehrung der Rothempfindlichkeit nur gering ist[56]). Nach Carey Lea[57]) machte nicht nur unverändertes Corallin Bromsilber grünempfindlich, sondern auch der durch Essigsäure entfärbte (d. i. gelb gewordene) Farbstoff; ausserdem erhöhen die Grünempfindlichkeit von Bromsilber-Collodion

46) Phot. Mitth. Bd. 13, S. 31.
47) Alle diese Angaben gelten für das Sonnenspectrum; die Platten wurden mit Entwicklern behandelt.
48) Phot. Mitth. 1874, S. 139. Jahrber. Chemie. 1874, S. 168. Phot. Corresp. 1879, S. 107.
49) Phot. Mitth. Bd. 12, S. 197 und 249; Bd. 13, S. 16 und 197.
50) Phot. Mitth. Bd. 15, S. 91.
51) Phot. Corresp. 1879, S. 107.
52) Jahrber. Chem. 1875, S. 147; 1876, S. 156.
53) Phot. Arch. Bd. 19, S. 111.
54) Phot. Corresp. Bd. 11, S. 202.
55) Ibid.
56) Phot. Mitth. Bd. 14, S. 18.
57) Jahrber. Chem. 1875, S. 147; 1876, S. 158; fortschr. Phys. 1874, S. 597.

noch arsenigsaures Kali, arsenigsaures Silberoxyd, Salicin, Codein, essigsaurer Morphin, Capsicumtinctur, valeriansaures Ammoniak, Coffeïn (?), wogegen viele Alkaloïde die Grünempfindlichkeit verminderten [58]).

6. Darstellung der Wirkung des Spectrums durch Curven.

Die Wirkung des Spectrums auf lichtempfindliche Substanzen pflegt man durch Zeichnen von Curven anschaulich zu machen. Als Beispiel der Ausführung solcher Curven sei die Tabelle Vogel's [58]) über die Farbenempfindlichkeit des Brom-, Chlor- und Jodbromsilbers, sowohl für sich als bei Gegenwart eines Sensibilisators für Gelb (resp. Grün) gegeben.

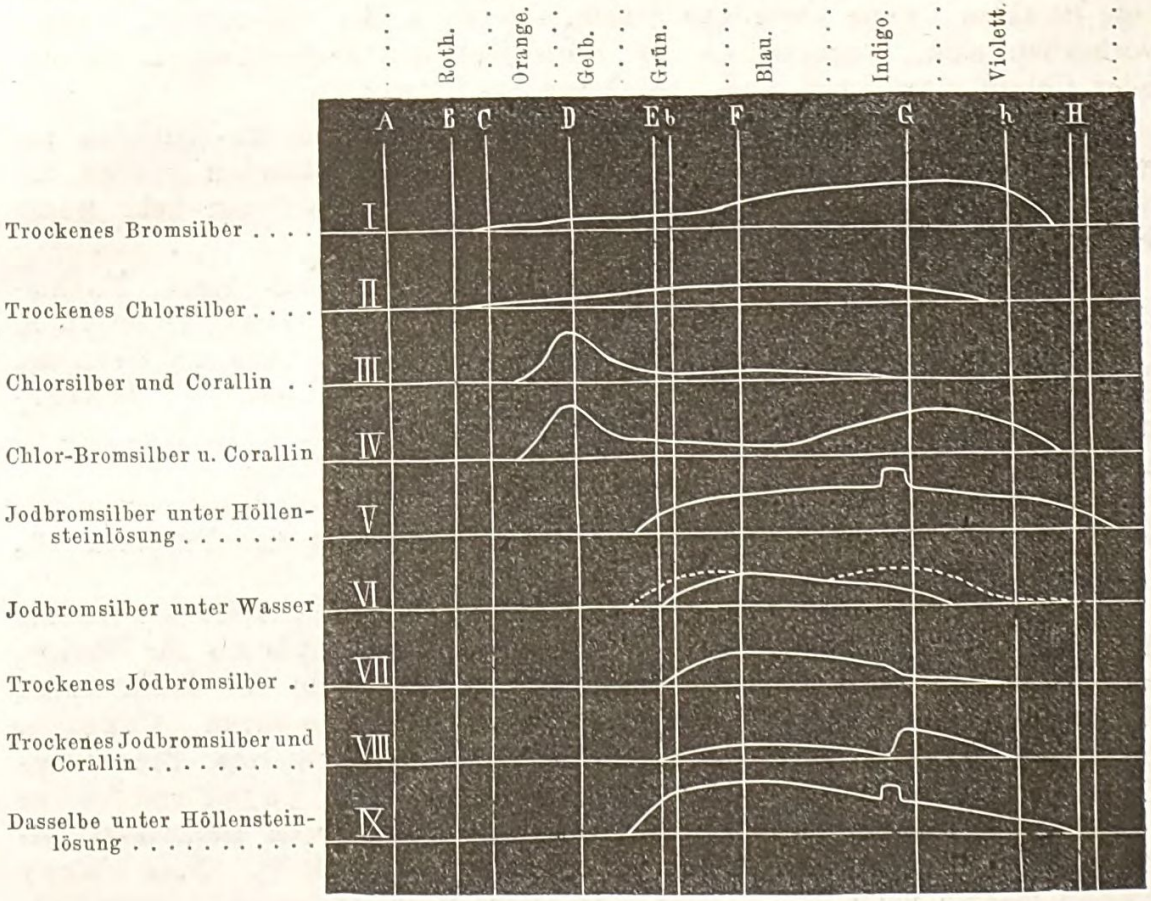


Fig. 8. Vogel's Wirkungscurven der Spectralfarben.

Das Curvenbild Figur 8 giebt einen anschaulichen Vergleich zwischen den Wirkungen des Lichtes, wie solche von jenem Forscher bei verschiedenen Plattenpräparationen beobachtet wurden. In der angezogenen Figur sind die Spectrallinien als senkrechte Linien in der richtigen Entfernung eingetragen. Die krumme Linie auf der Horizontallinie *I* zeigt an, dass die Wirkung im Roth bei *B* beginnt, allmählig ansteigt, im Indigo bei *G* am stärksten wird und dann rasch im Violett vor *H* wieder abnimmt. Die Curve *II* zeigt, dass das mit Corallin roth gefärbte Chlorsilber nicht nur sehr empfindlich für Gelb ist, sondern dass sogar das gelbe Licht bei *D* rascher darauf einwirkt, als das blaue und violette Licht. In ähnlicher Weise geben die anderen Curven ein anschauliches Bild der Spectralwirkung.

58) Phot. Corresp. 1874, S. 100.

7. Solarisationserscheinungen im Spectrum.

Werden Daguerreotypplatten, nasse Jodsilber- oder trockene Bromsilber-Emulsionsplatten dem weissen Tageslichte viel länger exponirt, als zur Entstehung eines entwickelungsfähigen negativen Bildes nothwendig ist, so findet eine Umkehrung statt, d. h. die Silberverbindung verliert die Eigenschaft, sich im Entwickler zu schwärzen oder Quecksilberdämpfe zu condensiren. Die Erscheinung nennt man Solarisation.

Im reinen Sonnenspectrum zeigt sich, dass bei fortgesetzter Exposition von Jodsilberplatten die Solarisation zuerst im Blau und Violett erfolgt (s. o.). Bromsilber-Emulsionsplatten (Collodion und Gelatine) solarisiren bei Ueber-Exposition von Ultraviolett bis über *G* im Grün; von dort bis in's Roth erscheint das normale Bild (Abney[59]).

Sehr deutlich zeigt sich die negative, den normalen Lichteindruck zerstörende Wirkung des Lichtes, wenn man die photographische Platte zuerst ganz kurze Zeit dem schwachen Tageslicht aussetzt und dann erst das Spectrum einwirken lässt. Unter diesen Umständen zeigt es sich, dass besonders die rothen Strahlen eine den blauen entgegengesetzte Wirkung zeigen. Dasselbe tritt ein, wenn neben dem Spectrum zugleich diffuses Tageslicht auf die Platte wirkt.

Schon Herschel fand 1839[60]), dass die rothen Strahlen auf gewisse photographische Papiere den blauen entgegengesetzt wirken. Draper (1842[61]), Lerebours (1846), Claudet (1847) bestätigten dies für Jodsilber im Daguerreotypprocess speciell[62]).

Fizeau und Foucault[63]) beschrieben die sogenannte negative Wirkung gewisser Lichtstrahlen sehr genau, nachdem sie schon am 9. Dez. 1844 der Pariser Academie in einem verschlossenen Schreiben ihre Mittheilung über denselben Gegenstand übergeben hatten. Sie liessen bei ihren Versuchen das Licht einer Lampe auf eine bromjodirte Daguerreotypplatte so lange einwirken, dass sie sich in den Quecksilberdämpfen mit einer gleichförmigen weissen Schicht bedeckt haben würde. Bevor sie jedoch die Platten den Dämpfen aussetzten, liessen sie das Sonnenspectrum darauf fallen. Wurde die Platte hierauf den Quecksilberdämpfen ausgesetzt, so bemerkte man deutlich zwei verschiedene Theile des Spectrums. Auf der einen Seite vom Orange bis zu den äussersten chemischen Strahlen hatte eine starke Ablagerung der Dämpfe stattgefunden, auf der Seite der weniger brechbaren Strahlen dagegen, und zwar weit über das Roth hinaus, war keine Ablagerung der Dämpfe zu bemerken. Diese Strahlen hatten aber die Wirkung der Lampe neutralisirt; Foucault und Fizeau nannten daher ihre Wirkung eine negative im Gegensatz zur positiven der brechbaren Strahlen. Verändert man die Zeitdauer, während welcher das Spectrum auf die Platte wirkt, so ändert sich die Lage für das Maximum der negativen Wirkung. Ausserdem bemerkt man, dass zwischen den entschieden positiv und entschieden negativ wirkenden Strahlen eine Klasse von Strahlen existirt, die bald den einen, bald den andern Einfluss haben, je nach ihrer Intensität

59) Phot. News. 1880, S. 554.

60) Biblioth. univ. de Genève. Neue Serie. Bd. 23, S. 185. — Weitere Arbeiten Herschel's s. Philos. Magaz. 1843 (3). Bd. 22. Zusammengestellt: Becquerel, La Lumière. Bd. 2, S. 91.

61) Philos. Magaz. Nov. 1842.

62) Claudet, Philos. Transact. 1847. Daguerreian Journ. 1851, Bd. 1, S. 161.

63) Compt. rend. Bd. 23, S. 679. Fortschr. d. Phys. 1846, S. 235.

oder der Dauer ihrer Einwirkung. Diese Strahlen, welche besonders in Orange ihre Stelle haben, wirken negativ, wenn sie schwach sind oder kurze Zeit einwirken, im entgegengesetzten Falle geben sie ein positives Resultat.

Auch Claudet wies 1847 nach, dass die rothen und gelben Strahlen des Spectrums die Wirkung der anderen (namentlich blauen) Strahlen auf Brom-, Jod- oder Chlorsilber (Daguerreotypplatten) verhindern oder eine stattgehabte Wirkung wieder vernichten, so dass Quecksilberdämpfe kein Bild hervorrufen; später fand er[64]), dass rothes und gelbes Licht immer eine negative oder zerstörende Wirkung auf Bromjod- oder Bromchlorplatten ausübt, dagegen auf reine Jodsilberplatten bald im selben Sinne wie Blau, bald negativ wirkt. Was die relative Wirkung der einzelnen Strahlen anbelangt, so braucht nach Claudet rothes Licht die Zeit 50, orangefarbenes 15, gelbes 18, um die Wirkung des weissen Lichtes, welches durch die Zeit 1 gedauert hat, aufzuheben.

Draper erhielt auf Daguerreotypplatten durch Exposition an das Spectrum und gleichzeitige Einwirkung von schwachem diffusen Tageslichte Solarisationserscheinungen von *G* bis in's Ultraroth (s. S. 48), wobei die Frauenhofer'schen Linien positiv erschienen[65]).

Photographirt man auf eine Jodsilberplatte (Collodion-Verfahren) ein Spectrum, indem zugleich schwaches Tageslicht Zutritt hat, so zeigt nach Abney[66]) die Photographie drei Regionen. 1) Eine mittlere, die von der Grenze zwischen Grün und Blau sich bis ein wenig jenseits vom Anfang des Violett erstreckt; hier ist das Silberjodid unter dem Einflusse des Entwicklers geschwärzt. 2) Eine Parthie von der obigen Grenze bis zu der theoretisch unteren Grenze des prismatischen Spectrums, wo die Wirkung des Tageslichtes vollkommen von der des Sonnenlichtes aufgehoben ist. 3) Eine ebensolche geschützte Gegend im Violett, die indess schwächer als die zweite ist.

Waterhouse[67]) fand, dass jede Art des Spectrallichtes (vom Roth bis zum Violett) eine vorausgegangene Lichtwirkung auf Bromsilber aufheben könne. Er beobachtete, dass trockene, mit Anilinblau schwach gefärbte Bromsilbercollodionplatten, wenn sie vor der Exposition im Spectralapparate dem diffusen Tageslicht ausgesetzt werden, bei der alkalischen Entwicklung umgekehrte (positive) Photographien der äussersten rothen und ultrarothen Strahlen des Sonnenspectrums geben. Auch die blauen und violetten Strahlen zwischen *F* und *H* wirken bei gefärbten und ungefärbten Bromsilberplatten nach zu langer Exponirung oft umkehrend, so dass die Frauenhofer'schen Linien positiv erscheinen.

Von höchster Wichtigkeit sind Abney's neue Untersuchungen über den Solarisationsprocess. Er zeigte, dass die Solarisationserscheinung besonders stark hervortritt, wenn die photographischen Platten unter dem Einflusse von Oxydationsmitteln exponirt werden.

Abney fand, dass Bromsilber- oder Jodsilber-Collodionplatten in einer Wasserstoff- oder Stickstoffatmosphäre, oder unter reducirenden Lösungen wie Pyrogallussäure, Gallussäure, Eisenvitriol, Kaliumferrooxalat etc. im Spectrum nicht solarisiren, ja dass nunmehr die Wirkung sich viel weiter

64) Philos. Magaz. Bd. 32, S. 199. Fortschr. d. Physik. 1848, S. 194.
65) Phot. Corresp. 1874. S. 68. Fortschr. d. Physik. 1874, S. 507.
66) Philos. Magaz. (5) Bd. 11, S. 300. Ann. Phys. Chem. 1881, S. 509.
67) Lond. R. Soc. Proc. 24, 186. Jahresber. Chem. 1876, 155. Phot. Mitth. Bd. 12, S. 248.

in's Roth oder Ultraroth erstreckt[68]). Bromsilbercollodion unter einer Lösung von schwefligsaurem oder salpetrigsaurem Natron in Wasser oder Glycerin exponirt, lässt ein normales Bild bis zur Linie *A* und sogar in's Ultraroth entwickeln, während unter gewöhnlichen Umständen nur die Linie *B* erschien[69]). Daraus folgt, dass die negative (solarisirende oder umkehrende) Wirkung des Lichtes nur bei Gegenwart von Sauerstoff erfolgt. — Unter gewöhnlichen Umständen (also bei Luftzutritt) tritt die Solarisation im Roth und Violett ein. In oxydirenden Gasen oder Flüssigkeiten aber verläuft der Process häufig ganz anders, wie besonders Abney's neueste Untersuchungen[70]) zeigen.

Eine Jodsilbercollodionplatte wurde nach der Sensibilisirung dem zerstreuten Tageslicht ausgesetzt, gewaschen und in einer Lösung[71]) von 1 % Jodkalium dem Spectrum exponirt[72]). Der Effect ist in Curve 1 Fig. 9 u. 10 dargestellt; es wirken dieselben Strahlen solarisirend, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen das normale Bild (punktirte Curve 1) erzeugen nämlich Violett bis Grün. Eine ähnliche Platte wurde eben so lange in einer einprocentigen Bromkaliumlösung exponirt (2.); es erfolgte Umkehrung im Blau und Roth, aber in letzterem weniger stark. War die Bromkaliumlösung angesäuert, so erfolgte die Umkehrung rascher, langsamer dagegen, wenn sie alkalisch war, in welchem Falle die Wirkung nur im Blau, nicht im Roth erfolgte.

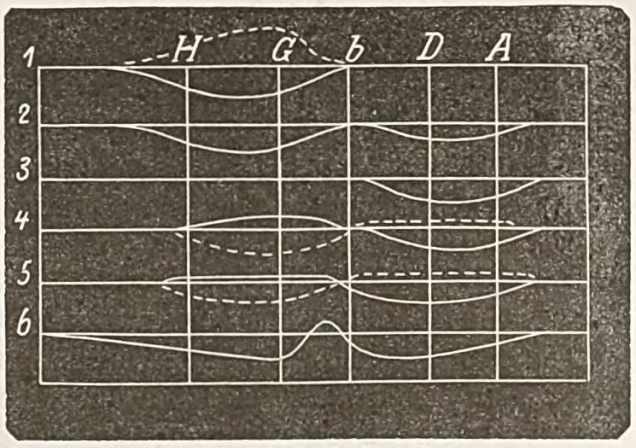


Fig. 9. Die Curven unterhalb der Horizontalen zeigen die umkehrende Wirkung (positives Bild); die oberhalb die gewöhnliche Wirkung (negatives Bild).

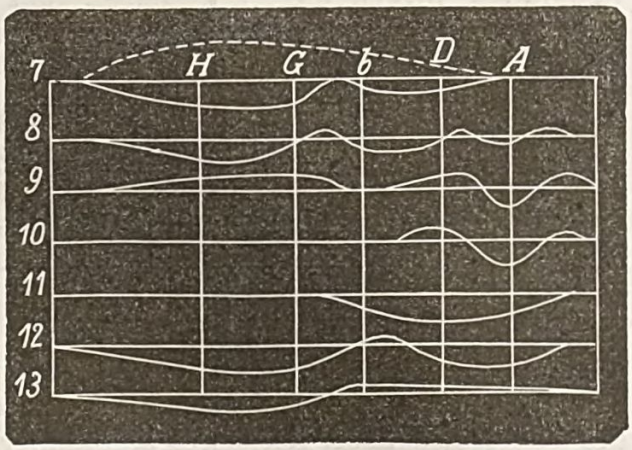


Fig. 10. Die Curven unterhalb der Horizontalen zeigen die umkehrende Wirkung (positives Bild); die oberhalb die gewöhnliche Wirkung (negatives Bild).

Eine analog präparirte und vorbelichtete Jodsilberplatte wurde gewaschen und ohne jede Flüssigkeit dem Spectrum exponirt; es erfolgte Solarisation im Blau, aber nicht so ausgedehnt, wie in Jod- oder Bromkaliumlösung. — Eine vorbelichtete Jodsilberplatte in einer schwachen Kaliumbichromat-Lösung gab eine starke Umkehrung im Roth, nicht im Blau (3.). — In Hypermanganatlösung war dieselbe Umkehrung, wie mit Chromat, gefunden, es kam aber im Blau ein normales Bild dazu (4.); mit Wasserstoffhyperoxyd zeigte sich eine analoge Wirkung, wie mit

68) Phot. Mitth. Bd. 15, S. 74 u. 96.
69) Phot. News. 1878, S. 389.
70) Phot. News. 1880, S. 454. Auch Phot. Wochenbl. 1881, S. 257.
71) Abney bedient sich hierbei einer Glaswanne mit plan-parallelen Glaswänden.
72) Dann mit Eisenvitriol und Silbernitrat entwickelt.

Hypermanganat, nur reichte die Umkehrung weiter in's Grün (5.). — Mit sehr verdünnter Bichromat- oder Hypermanganatlösung wird im Roth und Gelb ein schwaches normales Bild erhalten, dagegen eine Umkehrung im Blau (punktirte Curven 4. und 5.). — Mineralsäuren bewirken eine kräftige Umkehrung im Blau, sowie im Roth, mit Ausnahme eines Theils von Grün (6.).

Gewöhnliche Bromsilbercollodion- oder Gelatine-Emulsion mit Pyro- oder Eisenoxalat-Entwicklung giebt ein normales Bild bis *A* (punktirte Curve 7.). Wird aber eine Bromsilbercollodionplatte zuvor dem Tageslichte kurze Zeit ausgesetzt, dann in einer fünfprocentigen angesäuerten Bromkaliumlösung dem Spectrum exponirt, so erfolgt energische Umkehrung (4.), welche nicht unähnlich jener ist, welche Jodsilber unter Bromkalium zeigt (2); unter alkalischer Bromkaliumlösung zeigt das Spectrum drei Maxima der Wirkung (8.), wovon das eine im Roth gelegene, analog der Oxydationscurve 9. und 10. ist. — In Kaliumhypermanganat tritt neben einem normalen Bild im Blau, eine Umkehrung im Roth und Ultraroth auf (9.); dieselbe Umkehrung zeigt sich in Kaliumbichromat (10.). — Auch auf zuvor belichteten Bromsilbergelatineplatten bewirken die weniger brechbaren Strahlen die Umkehrung (11.). Die Wirkung von Mineralsäuren auf vorbelichtetes Bromsilber im Spectrum zeigt 12. (ziemlich ähnlich dem Effect bei Jodsilber).

In 13. ist endlich das Phänomen, welches durch Ueberexposition von Bromsilber (unter den gewöhnlichen Verhältnissen) erhalten wird; es tritt hierbei nur die Umkehrung im Blau, nicht aber im Roth auf.

Brom-Collodionplatten in Benzin, wässerigem Kaliumnitrit, Pyrogallol- oder Natriumsulphit-Lösungen geben keine Umkehrung. Bei Bromsilbergelatineplatten wirken diese Substanzen (mit Ausnahme von Benzin) ebenso. — In Ozon erscheint die Wirkung ähnlich, wie bei 12., sowohl bei Bromsilber, als bei Jodsilber.

Abney zieht hieraus folgende Schlüsse: 1) Die Umkehrung (Solarisation) wird meist herbeigeführt durch die Oxydation der im ersten Momente durch Licht gebildeten niederen Jod- oder Bromstufen des Silbers. 2) Die Oxydation wird durch Licht herbeigeführt, wobei die am wenigsten brechbaren Strahlen am kräftigsten wirken. 3) Auch die Gegenwart eines Haloidsalzes der Alkalien bewirkt Umkehrung, wobei indess gleichzeitig die Wirkung 1. auftritt. 4) Mineralische Säuren wirken ebenso kräftig auf die Umkehrung des Bildes.

Ueber die sog. fortsetzende Wirkung der gelben und rothen Strahlen des Spectrums nach Becquerel s. Photographische Anfangswirkung. S. 68.

8. Das Verhalten einiger anderer photographisch wichtiger Verbindungen im Spectrum.

Chromate. — Auf Papier, welches mit Kaliumbichromatlösung getränkt und getrocknet ist, erreicht nach Becquerel[73]) die Bräunung im Spectrum ihr Maximum im Beginn des Blau in der Nähe der Linie *F* etwas mehr gegen das Violett zu. Die Wirkung scheint ganz aufzuhören am Ende des Grün in der Nähe der Linien *b* und *E*; durch die violetten und ultravioletten Strahlen erfolgt gleichfalls die Zersetzung, bei *M* wird aber die Wirkung fast unmerklich. Bei fortgesetzter Belichtung sieht man sogar die Spectrallinien gelb auf braunem Grunde; bei Behandlung mit verdünnter Jodtinctur treten die Linien blau auf hellem Grunde hervor.

73) Becquerel, La lumière. Bd. 2, S. 95.

Auf eine zuerst mit Kupfervitriollösung (1 : 8), dann mit Kaliumbichromatlösung getränktes und getrocknetes Papier wirkt das Licht bräunend und zwar nach Herschel[74]) beginnt diese Wirkung in der Nähe des Blau, erstreckt sich über das Violett hinaus, um so viel als die Breite dieser Strahlen beträgt und allmählig schreitet sie bis an's Ende des Grün, ja bei sehr langer Exposition bis zum Gelb vor; dann beginnt die Bräunung zu verschwinden und auszubleichen. Die Bleichung beginnt am Ende des Violett und schreitet dann allmählig beiderseits vor.

Eisenverbindungen. — Auf ein Gemisch von Eisenchlorid und Oxalsäure wirkt nach Marchand[75]) das Spectrum am stärksten im Blau. Die relative Zersetzung ist folgende: Im Roth 5,7, im Orange 9,9, im Gelb 43,1, im Grün 134,1, im Blau 615,8, im Indigo 370,0, im Ultraviolett 52,1.

Das citronensaure Eisenoxyd-Ammoniak auf Papier aufgetragen wird vom Violett bis in's Blaugrün bei *E* reducirt (Draper). Nach Reynolds[76]) ist die Wirkung des Spectrums auf oxalsaures Eisenoxyd-Papier ziemlich ähnlich der auf Chlorsilberpapier.

9. Bedeutung der spectrographischen Untersuchungen für die practische Photographie.

Die Untersuchungen über die Wirkungen des farbigen Lichtes auf die photographisch verwendeten lichtempfindlichen Substanzen sind von hoher practischer Bedeutung. Die Wahl der farbigen Gläser für die Dunkelkammer hängt in erster Linie von der Kenntniss der jeweiligen unactinischen Strahlen ab. Da z. B. die nassen Jodsilbercollodionplatten für Gelb sehr wenig empfindlich sind, so wird man die gesammten Operationen ohne Schaden bei hellem gelben Lichte vornehmen können; Bromsilbergelatineplatten sind aber viel empfindlicher für die schwächer brechbaren Strahlen (roth, gelb, grün) und deshalb muss beim Arbeiten mit solchen Platten die Dunkelkammer mit rubinrothen Glasfenstern versehen sein.

Für die Negativ-Photographie ist die Farbenempfindlichkeit von Belang. Die für Grün oder für die weniger brechbaren Strahlen empfindlichen Bromsilbertrockenplatten zieht man in der Landschaftsphotographie den nassen Jodsilberplatten vor. An trüben Tagen, speciell an nebligen Wintertagen, bei untergehender Sonne ist das zur Erdoberfläche gelangende Licht arm an violetten und ultravioletten Strahlen, während es relativ reich an blauen, grünen, gelben etc. Strahlen ist; in solchen Fällen steht das nasse Jodsilber-Collodionverfahren dem trocknen Bromsilber-Gelatineverfahren enorm zurück, da die Empfindlichkeit des ersteren bei weitem mehr von den ultravioletten Strahlen abhängt, als die des letzteren, für welches noch Grün und Gelb sehr actinisch sind. Aehnliches gilt von dem Copirverfahren mit Chromsalzen, welche namentlich an trüben Tagen dem Chlorsilberverfahren an Empfindlichkeit überlegen ist.

Da auf jede Art von lichtempfindlichen Substanzen andere Lichtstrahlen des Spectrums besonders lebhaft einwirken, so soll man dies bei der Construction von Photometern (Actinometern) wohl beachten. Niemals läuft unter meteorologisch verschiedenen Verhältnissen z. B. die Lichtwirkung auf Silber- und Chrompapiere parallel. Deshalb soll man die Expositionszeit der chromirten Pigmentpapiere mit Chromsalz-Photometern messen, die für Silbersalze mit Silbersalz-Photometern.

74) Hunt's Researches on Light. 1854, S. 176.
75) Etude sur la force chimique contenue dans la lumière. 1875.
76) Kreutzer, Zeitschr. f. Photogr. 1862, S. 186.

VIERTES CAPITEL.

WIRKUNG VON FARBSTOFFEN UND FARBLOSEN MEDIEN IN BEZUG AUF DIE PHOTOGRAPHIE.

I. Wirkung von farbigen Gläsern und Farbstoffen.

a. Farbige Gläser. Das durch rothe, gelbe etc. Gläser fallende Licht ist durchaus nicht identisch mit den einfachen Farben des Spectrums. Ein scheinbar einfarbiges Glas lässt fast immer Licht durch, welches durch das Prisma in mehrere Farben zerlegt wird; so z. B. besteht das durch orangefarbiges Glas fallende Licht aus Roth, Gelb und Grün, das rothe Kupferoxydulglas lässt neben Roth noch Orange, das blaue Kobaltglas neben Blau und Violett auch Strahlen von Gelb und äusserstem Roth durch. Diese Verhältnisse lassen sich leicht beobachten, wenn man das fragliche Glas gegen den Himmel gewendet vor einen kleinen Spectralapparat hält. Die vom farbigen Medium absorbirten Strahlen fehlen nunmehr im Spectrum.

Ed. Becquerel hat bei Verwendung farbiger Gläser viele äusserst interessante Erscheinungen beobachtet, die wir aus seiner interessanten „Memoire“ ausziehen wollen. (*Annales de Chimie et de Physique, 1843, tome 9.)*

Rothes Glas, mit Kupferoxydul gefärbt. Man muss ein ziemlich dunkelrothes Glas nehmen, weil dies ein reines Roth zeigt und fast monochromatisch ist, indem es den grössten Theil des Roth und den Anfang des prismatischen Orange durchlässt. Wenn man ein solches Glas vor das Strahlenbündel bringt, welches man, um ein recht intensives Spectrum zu erhalten, ganz auffängt, so sieht man auf der matten Tafel, dass die Lichtpartie zwischen *A* und der Mitte des Orange eine sehr deutliche, rothe Färbung zeigt und die dunkeln Linien *a* ziemlich scharf hervortreten. Das Bild endet hinter *A* und hört auf der andern Seite zwischen *C* und *D* plötzlich auf. Gegen *F* hin erkennt man ausserdem einen matten Lichtschimmer, was darauf hindeutet, dass Strahlen von dieser Brechbarkeit hindurchgehen.

Wenn man das Spectrum auf einer schon belichteten Jodsilberschicht aufnimmt, zeigt sich bei kräftigem Sonnenlichte, nach Verlauf von zwei Stunden, ein Bild auf der Platte, sobald man sie Quecksilberdämpfen ausgesetzt hat. Dies Bild entspricht genau dem hellen Theile im Roth und

schliesst mit denselben Linien ab. Die dunkeln Stellen *a* sind ziemlich scharf wiedergegeben, ausserdem erkennt man eine schwache Wirkung nach *E F* hin, ein Beweis, dass Strahlen von dieser Brechbarkeit auf die Platte wirkten.

Auch beobachtet man mit Hülfe eines solchen rothen Glases, dass dort, wo das Licht vollständig absorbirt wird, keine chemischen Strahlen liegen.

Andere weniger dunkelrothe Gläser geben dasselbe Resultat, nur erhält man obendrein noch die gegen *F* liegenden Strahlen auf der Platte. Man sieht also, dass tief dunkelrothe Gläser auch Strahlen von anderer Brechbarkeit als das Roth durchlassen.

Rubinglas, mit Gold gefärbt, lässt blaues, violettes und etwas ultraviolettes Licht durch (Abney[1]).

Goldgelbes Glas. Wenn man vor dem Prisma ein hellgelbes Glas anbringt, bemerkt man, dass der am wenigsten brechbare Theil des Spectrums, d. h. der zwischen *A* und *F* gelegene, vollständig hindurchgeht, während die blauen, indigofarbenen und violetten Strahlen theilweise absorbirt werden, weshalb über *G* hinaus keine Spur von Licht wahrgenommen wird. Wird dies Spectrum auf schon belichtetem Jodsilber aufgenommen, so zeigt sich zwischen *A* und *F* eine Einwirkung, welche von den am wenigsten brechbaren Strahlen herrührt, aber man bemerkt auch eine Einwirkung in den brechbarsten Strahlen, die auf einer Seite bis *J* geht, auf der anderen zwischen *G* und *F* auftritt. Dies Glas wirkt also in gleicher Weise auf die chemischen Strahlen und auf die leuchtenden Strahlen.

Blaues Glas (Kobaltglas). Höchst seltsam wirken Glasplatten, die bei durchgehendem Lichte azurblau aussehen, auf das Spectrum ein. Wenn sie sehr dunkel sind, theilen sie das Spectrum bloss in zwei Theile. Zuerst sieht man die rothe Partie *A C*, dann einen dunkeln Zwischenraum *C F* und dann die blaue, indigofarbene und violette Partie, welche fast ohne Absorption hindurchzugehen scheint. Wenn man ein ziemlich hellblaues Glas verwendet, sieht man zuerst die Partie *A C* in ziemlich intensivem rothen Lichte, sodass also die rothen Strahlen fast ohne Absorption hindurchgehen müssen; dann kommt eine gelbe Stelle, die von *D* bis in die Mitte von *D E* geht, aber weniger hell ist, als das prismatische Gelb. Es findet hier also partielle Absorption statt. Der Zwischenraum zwischen diesen beiden hellen Stellen ist weit dunkler, aber in der Mitte, zwischen *C* und *D*, ist ein schwaches Orange bemerkbar; in *E* erblickt man einen erhellten Theil *E H*, der am Ende des Grün beginnt und an der äussersten Grenze des Violett aufhört. Es treten also vier erhellte Theile auf, die durch drei grosse dunkle Streifen getrennt sind.

Lässt man dies Spectrum auf Jodsilber wirken, so zeigt sich zuerst eine Wirkung von *N* nach *F*. War das Jodsilber vorher belichtet, so entsteht nach $1^1/_2$ stündiger Einwirkung nicht nur in den brechbarsten Strahlen, sondern auch von *F* nach *E* und von *C* nach *A* ein Bild vom erhellten Theile des Spectrums; aber der Zwischenraum *C E* bleibt auf der Platte unverändert, denn die Intensität der gelben Strahlen scheint nicht über *A C* hinauszugehen, es muss also gegen *D* hin eine ziemlich starke Absorption stattfinden. Als aber die Platte $3^1/_2$ Stunden belichtet wurde, sieht man eine Einwirkung, die dem gelben Theile, nach *D* hin, entspricht.

1) Phot. Corresp. 1879. S. 83.

Später haben noch Hunt[2]), Abney[1]), Vogel[3]) u. A. die Absorption des farbigen Lichtes durch gefärbte Gläser, sowie die chemische Wirksamkeit des durchgegangenen Lichtes studirt.

Aus allen geht hervor, dass man Versuche über photographische Farbenempfindlichkeit von Präparaten niemals unter farbigen Gläsern, sondern im Spectrum machen soll. Nur dann, wenn es auf wochen- oder monatelang andauernde Wirkung ankommt, nimmt man zu gefärbten Gläsern Zuflucht, indem man aber wohl darauf sieht, dass man die Gläser derartig wählt, combinirt oder mit künstlichen Farbstoffen färbt, dass sie monochromatisches (einfarbiges) Licht durchlassen.

Weiteres über die Beleuchtung der Dunkelkammer, wozu Glasscheiben verwendet werden müssen, die möglichst wenig photographisch wirksames Licht durchlassen s. das betreffende Capitel.

b. Farbige Pigmente (Malerfarben, gefärbte Zeuge). Die Wirkung von gefärbten Pigmenten (Malerfarben, gefärbten Zeugen etc.) ist ebensowenig wie die gefärbten Gläser identisch mit jener der Spectralfarben, ja der photographische Effect einer Farbe ist ausser von der Farbennuance noch von mehreren anderen Factoren abhängig.

Babbage[4]) machte schon 1857 aufmerksam, dass die photographische Wirkung einer gefärbten Schicht im reflectirten Licht abhängt: 1) von der Farbe allein; 2) von der Natur des photographischen Verfahrens (Daguerreotypie, Collodionverfahren etc.); 3) von der chemischen Zusammensetzung der Farbe; 4) von der Natur des Bindemittels oder Lösungsmittels der Farbe (Gummi, Oel, Alkohol etc.); 5) von der Natur der Oberfläche (geglättet oder nicht) und dem Stoffe selbst (Papier, Porcellan etc.); 6) es werden die relativ verschieden starken Intensitäten derselben Farben mitunter gleich stark zu verschiedenen Zeiten desselben Tages; 7) sind diese verschiedenen relativen Intensitäten verschieden an verschiedenen Tagen; 8) werden diese verschiedenen Intensitäten durch die Natur des photographischen Verfahrens geändert.

Weisses Papier reflectirt nach Vierordt $^1/_{300}$ des auffallenden Lichtes.

Wenn man verschieden gefärbte Papierstreifen mittelst Jodcollodion (nasses Verfahren mit Entwicklung) photographirt, so wirken die gelben und rothen Streifen sehr wenig; das unterliegt jedoch zuweilen einer kleinen Abänderung, indem die Wirkung einiger sehr hellrothen Farben nicht selten sehr gross ist, weil sich nicht unmittelbar sichtbare actinische Strahlen abspiegeln, so z. B.: Carmin und Neapelgelb. Nach einer von Clarke gegebenen Tabelle[5]) zeigen folgende Farbstoffe auf Papier aufgetragen nachstehende Wirkung und zwar auf Jod-, Jodbrom- oder Bromcollodion (nasses Verfahren, Aufnahme in der Camera bei gleich langer Exposition) in gleichem Grade:

1. Gummigutti .	keine Wirkung	7. Cobaltblau .	Wirkung stark
2. Chromgelb .	do.		aber nicht wie
3. Neapelgelb .	mittelm. Wirkung		bei Weiss,
4. Chromroth .	keine Wirkung	8. Ultramarin .	Wirk. etw. schw.
5. Cochenilleroth	do.		als bei Cobalt
6. Carmin . .	schw. Wirkung	9. Indigo . . .	schwach.

2) Researches on light. 1854. S. 303.
3) Spectralanalyse irdischer Stoffe. 1877.
4) Journ. of the Phot. Society of London. 1857. Bd. 3. S. 199. Kreutzer, Jahresber. Phot. 1857. S. 446.
5) Kreutzer, Zeitschr. f. Photogr. 1862. Bd. 6, S. 33; aus Phot. News. Bd. 5, S. 496.

Ueber die Exposition in der Camera bei verschiedenfarbigen Aufnahmsobjecten gibt Vidal[6]) folgende Tabelle:

Farben	Sonnenschein	Zerstreutes Licht
Schwarz	4 Min.	15 Min.
Dunkelroth	4 „	12 „
Dunkelgrün	3 „	12 „
Dunkelbraun	3 „	12 „
Dunkelgelb	4 „	15 „
Hellroth	1 „ 30 Sek.	5 „
Hellgrün	1 „ 30 „	3 „
Hellbraun	2 „ — „	3 „
Hellgelb	1 „ 30 „	4 „
Dunkelgrau	1 „ 30 „	2 „
Hellgrau	— „ 40 „	— „
Weiss	— „ 20 „	— „

H. W. Vogel publicirte eine sehr instructive photographische Farbentafel, worin er die gefärbten Papiere und photographischen Copien gegenüberstellte[7]). Er zeigte[8]), dass Neapelgelb, Lichtocker und Krapproth ziemlich stark, dagegen Berlinerblau und Indigo nur schwach auf photographische Platten wirken; dagegen wirken Ultramarin, Cobaltblau wie Weiss, Chromgelb, Mennige und Zinnober wie Schwarz.

Auch Jaffé machte Versuche über die photographische Wirksamkeit verschiedener Farben bei seinen Studien über die Herstellung unnachahmbarer Werthpapiere[9]). Er fand, dass eine Sorte Violett und Cobaltblau dem Weiss am nächsten kamen; jedoch hoben sich diese Farben vom Weiss bei der photographischen Copie wohl schwach, aber deutlich ab; dagegen fand er den Contrast, welcher sich zwischen Schwarz und Zinnober, Orange, Metallgrün und namentlich Chromgelb zeigte, verschwindend klein.

Würden alle Farben der Natur, welche gelbe und rothe Farben zeigen, auf die photographischen Platten nicht wirken, so müssten sie in der Photographie ganz dunkel erscheinen; aber glücklicher Weise reflectiren sie ziemlich viel zerstreutes Licht und deshalb werden sie beim Photographiren sichtbar. Immerhin sieht man sich genöthigt, die Unthätigkeit der rothen und gelben Farben durch längere Exposition auszugleichen.

Dank diesen Eigenthümlichkeiten können wir in der Photographie mit grösserer oder geringerer Wahrheit die äussern Gegenstände wiedergeben. Wenn diese Gegenstände active Farben neben unactiven zeigen, so wird die Expositionszeit bedeutend verlängert, indem man dabei den letzteren Gelegenheit zur Einwirkung giebt. Dies ist besonders bei Reproductionen von Gemälden der Fall. Niemals entspricht aber die erlangte Wirkung genau derjenigen, die man bekommen würde, wenn Jod- und Bromsilber gegen alle farbigen Strahlen in gleicher Weise wie das Auge empfindlich wären, aber wenigstens übertrifft diese Wirkung weit diejenige, welche man mit einer Exposition erreichen kann, die nur für die activen Farben ausreicht.

Aus dem Vorhergehenden ersieht man, welche Schwierigkeiten zuweilen bei der Aufnahme verschieden gefärbter Gegenstände, z. B. eines Blumen-

6) Vidal, Calcul des temps de pose. 1865. Phot. Arch. 1865, S. 283.
7) Dessen Lehrbuch der Photographie. 1879.
8) S. auch Vogel, Poggend. Ann. 1874, Bd. 153, S. 243.
9) Phot. Corresp. 1877, S. 30. Er nahm eine Farbenkarte (lithographisch auf Papier) auf nassen Collodionplatten auf.

strausses, eines Gemäldes, zu überwinden sind. Die vom Maler beabsichtigte Farbenwirkung kann in der photographischen Copie eines Gemäldes geradezu umgekehrt erscheinen. Die lebhaft gelb, roth oder orange gemalten Partien, welche hervortreten, den Blick zunächst fesseln sollen, kommen in der Photographie nur sehr schwach, während sie die ruhiger gehaltenen violetten oder blauen Tinten mit ausserordentlicher Kraft wiedergiebt. Durch die Anwendung von Bromverbindungen, Verlängerung der Aufnahmezeit und das Aufnehmen bei sehr lebhaftem Licht lassen sich indess diese Schwierigkeiten bedeutend abschwächen.

Die abweichende photographische Wirkung gewisser Farben ist auch für die Portraitphotographie von Belang; Manche zeigen sich erstaunt, wenn violette Kleider fast weiss, hellrothe Objecte schwarz erscheinen.

Lila, Himmelblau, Violett sind als Costüme für aufzunehmende Personen meist noch weniger geeignet, als Weiss und zeichnen sehr hell. Maisfarbe und Lachsgelb sind besser. Alle carminrothen Töne, Erbsengrün, dunkles Violett, dunkler Purpur, reines Gelb, dunkles Blau, Rehfarbe, alle helleren grauen und bräunlichen Töne zeichnen gut. Scharlachroth, Burgunderroth, Granatroth, Seegrün, hell Orange, Lederfarbe, hell Bismarkbraun, Schieferfarbe wirken dunkler und ganz vortrefflich; ähnlich arbeiten Sherryfarbe, Apfelgrün, Flaschengrün, dunkel Orange, Gold- und Rothbraun. Schwarze Seide zeichnet gut; weniger gut und dunkler wirken meist dunkle Bismarkfarbe und Schnupftabakfarbe [10]). Atlaskleider sind wegen der hellen Reflexe nicht erwünscht.

Indess ist, wie Hartmann [12]) mit Recht aufmerksam macht, dieser Umstand gar nicht so störend, als man gemeinhin glaubt. Er kommt bei einfarbigen Kleidern weniger in Betracht, ist aber mehr zu beachten, wenn es sich um Contraste des Kleides gegen den Teint oder um Farbengegensätze verschiedener Stoffe untereinander handelt, wie es bei Uniformen oder bei bunten Besätzen der Kleider der Fall sein könnte. Wichtiger ist das Verhältniss der Kleidung zum Teint. Weisse Kleider werden in der Photographie eine geröthete oder gebräunte Gesichtsfarbe noch dunkler erscheinen lassen.

Trotzdem es durch den Zusatz von passenden Farbstoffen gelingt, die photographischen Platten für alle Farben des Spectrums vom Violett bis zum Roth empfindlich zu machen (s. optische Sensibilisatoren S. 50), so ist es trotzdem nicht möglich das Gelb und Roth von Naturobjecten mit derselben Leichtigkeit und Kürze der Exposition zu photographiren, als das Blau und Violett (Vogel). Der Grund liegt darin, dass die relative Helligkeit von Gelb einerseits und Blau andererseits nicht so bedeutend differirt, dass die geringere chemische Wirksamkeit des Gelb und Roth die der blauen Farben einholt. Das Spectrumgelb ist dagegen viel heller als das Spectrumblau und wirkt doch nur in sehr günstigen Fällen photographisch so stark wie Blau; in der Natur ist die Helligkeitsdifferenz nicht so bedeutend.

Will man bei der Aufnahme von Naturobjecten eine starke Wirkung der gelben Pigmente neben blauen erzielen, so muss man das Blau durch gelbe Gläser dämpfen. Dieser Weg wird jedoch in der Praxis nur in Ausnahmsfällen eingeschlagen, nämlich bei der indirecten Photographie in natürlichen Farben, wobei man separate Negative für die drei Hauptfarben eines Gegenstandes erzeugt (s. u.).

10) Phot. News. 1881, S. 275. Phot. Wochenbl. 1881, S. 208.
11) Hartmann, Verhalten bei photogr. Aufnahmen.

c. Grüne Pflanzentheile. Die grünen Blätter der Pflanzen erscheinen auf photographischen Bildern gleichmässig schwarz. Diese Erscheinung suchten Dumas (1842) und Helmholtz (1854) dadurch zu erklären, dass dem von den grünen Pflanzen zurückfallenden Licht die chemischen Strahlen fehlen, indem dieselben zu chemischer Arbeit im Innern der Pflanzenzellen verwendet worden seien. Für diese geistreiche Erklärung fehlte längere Zeit ein directer Beweis, bis ein solcher geliefert wurde durch die Copirung bunter Blätter. Setzt man nämlich Blätter, welche nur zum Theil grün gefärbt sind, zum andern Theile aber eine andere Färbung zeigen, auf einem empfindlichen photographischen Papier dem Sonnenlicht aus, so tritt in der Regel unter dem Grün nicht (oder nur schwierig) ein Eindruck ein. Roscoë führte in dieser Richtung Versuche an den Blättern der Minze (Mentha aq.), Aug. Vogel mit einigen Pelargonien-Sorten aus[12]).

II. Absorption der actinischen Strahlen durch farblose Medien.

Das Vorschieben transparenter Körper übt immer einen gewissen Einfluss auf die Zusammensetzung des Sonnenspectrums.

Wir haben es hier blos mit der Wirkung der Medien auf die chemischen Strahlen des Sonnenspectrums zu thun. Die farbigen sind im vorhergehenden Capitel behandelt; die farblosen sollen hier in's Auge gefasst werden. Namentlich Malagutti (Poggendorff's Annal. Bd. 49, S. 567), Miller und später Soret untersuchten die Gesetze der Absorption der ultravioletten Strahlen[13]).

a. Gasförmige, farblose Medien. Allen Miller stellte 1862 in dieser Richtung Versuche an. Er hat mit einem Spectrum experimentirt, welches durch den elektrischen Funken erzeugt wird, der zwischen zwei Metallspitzen überspringt und durch verschiedene Gase hindurchgeht, die sich in einem Messingrohre von 60 Centimeter Länge befinden, dessen Enden durch dünne Quarzplättchen verschlossen sind, während das Prisma ebenfalls aus Quarz besteht. Nach seinen Beobachtungen zeigen die farblosen Gase, wie Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlensäure und Kohlenoxyd, kein Absorptionsvermögen, während das ölbildende Gas, das Stickoxydul, Ozon und Salzsäure eine merkliche Wirkung äussern, und das Aethylen, die die schweflige Säure, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, sowie besonders die Chlorverbindungen des Phosphors (in Dampfform), ein energisches Absorptionsvermögen in Bezug auf das äusserste Spectrum zeigen. — Chlorgas, Chloroxyd, Bromdampf lassen nach Hunt sehr wenig chemische Strahlen durch. Ueber Absorption in Luft s. Cap. VI.

b. Flüssige. Man bringt die Flüssigkeiten entweder in ein hohles Prisma aus Glas oder Quarz oder in eine Schale, die aus Glas- oder Quarzplatten zusammengefügt ist.

Schon vor vielen Jahren hat Becquerel die Regel ausgesprochen: dass im Allgemeinen die farblosen, flüssigen Substanzen die Wirkung des Lichtes auf lichtempfindliche Präparate nur wenig verzögern; wenn man aber mit dem Spectrum Versuche anstellt, ergiebt sich eine deutliche Absorption gewisser Strahlen, besonders der äussersten violetten.

Fällt das Sonnenlicht durch Glaskästen, welche verschiedene farblose Flüssigkeiten enthalten, auf Chlorsilberpapier, so zeigt sich die schwärzende

12) Phot. Corresp. 1873, Bd. 11, S. 180.
13) Compt. rend. Bd. 86, S. 708. Naturforscher. 1878, S. 170.

Wirkung beschleunigt, wenn der Glaskasten Wasser statt Luft enthält (wegen geringer Lichtschwächung durch verminderte Reflexion); bei anderen Flüssigkeiten wird sie theils verlangsamt, theils nicht geändert. Setzt man die verlangsamende Wirkung der Luft = 1, so ist nach Malagutti die von:

Wasser	0,7645	Benzol	2,0034
Salzsäure (d = 1,234) .	1,1907	Citronenöl	2,8258
Salpetersäure (d = 1,335)	1,4872	Rosmarinöl	3,0172
Schwefelkohlenstoff . .	1,4964	Lavendelöl	3,1405
Copaivaöl	1,7044	Creosot	3,9597
Terpentinöl	1,7644		

Ohne Wirkung sind nach Malagutti: Eisessig, Holzgeist, essigsaures Methyl, Alkohol, Aether, oxalsaures und essigsaures Aethyl, und Chlorbenzoyl.

Nach Allen Miller können zwei Flüssigkeiten in Bezug auf chemische Strahlen als völlig transparent betrachtet werden: Wasser und Alkohol; aber schon der Alkohol giebt im Spectrum einen merklichen Ausfall für die unsichtbaren brechbarsten Strahlen. Nach Schönn[14]) aber schwächt schon eine Wasserschicht von 10 cm. die äussersten ultravioletten Strahlen (welche an der Grenze des ultravioletten Sonnenspectrums liegen), bedeutend. (Gegensatz zu Eis s. u.) Chloräther (Liqueur des Hollandais), Chloroform, Aether, Benzin, Glycerin, Amylalkohol, Holzgeist, Aethyloxalat, Essigsäure und Schwefelkohlenstoff verhalten sich hinsichtlich ihrer photographischen Transparenz (nach Miller) wie die Reihenfolge ihrer Aufzählung, so zwar, dass die zuletzt genannten Substanzen das grösste Absorptionsvermögen zeigen. Die Chlorverbindungen des Phosphors endlich, die vollkommen klar und farblos sind, absorbiren alle chemischen Strahlen. Die Terpene (Thymol, Anis-, Cassiaöl, Bergamottöl etc.) absorbiren die violetten Strahlen[15]).

Becquerel hat beobachtet, dass eine Lösung von 1 Gramm schwefelsaurem Chinin in 100 Gramm Wasser, welches mit einigen Tropfen Schwefelsäure angesäuert wurde, nicht nur alle unsichtbaren ultravioletten Strahlen absorbirt, sondern auch das sichtbare äusserste Violett. Abney fand dasselbe[16]). Für Substanzen aber, deren Maximum von Empfindlichkeit im Blauen und Indigo und nicht darüber hinaus liegt, verliert das weisse Licht, nach Hunt's Beobachtungen, wenig von seiner chemischen Wirkung, wenn es durch ein solches Medium geht. — Eine Schrift mit Chininsulfat-Lösung auf weissem Papier ist unsichtbar, erscheint jedoch in der Photographie deutlich schwarz.

c. Feste. Schon lange weiss man, dass gewisse feste Körper, obgleich vollkommen transparent und farblos, die Wirkung des Lichtes auf die lichtempfindlichen photographischen Präparate verzögern, wie dies z. B. in beträchtlichem Maasse beim Flintglas der Fall ist, obwohl Percy behauptet, dass dies von einer Spur Silber herrühre, welche immer dem Blei beigemischt sei, welches zur Composition dieses Glases verwendet werde und dasselbe gelb färbe.

Allen Miller hat in dieser Hinsicht zahlreiche Versuche angestellt, die ihn zu folgenden Schlussfolgerungen veranlassen:

14) Naturforscher. 1880, S. 189. 275.
15) Hartley und Huntington, Beibl. Ann. Phys. Chem. 1880, S. 371.
16) Phot. News. Bd. 23, S. 146. Phot. Corresp. 1879, S. 84.

1. Die farblosen Körper, obwohl gleich transparent für die sichtbaren Strahlen, haben ein sehr ungleiches Transmissionsvermögen für die chemischen Strahlen.

2. Die in fester Form photographisch-transparenten Körper bleiben auch im flüssigen oder gasförmigen Zustande transparent; die farblosen, transparenten festen Körper, welche ein beträchtliches photographisches Absorptionsvermögen zeigen, haben dies ebenfalls, doch mit mehr oder weniger Intensität, im flüssigen oder gasförmigen Zustande. Das Transmissionsvermögen im flüssigen Zustande bleibt dasselbe, gleichviel ob der feste Körper durch Wärme oder durch Auflösung in den flüssigen Zustand versetzt ist. Das vollkommene Transmissionsvermögen des Wassers für die chemischen Strahlen, im Verein mit dem Umstande, dass in keinem Falle das Verfahren der Auflösung Einfluss hat auf die besondere Wirkung der Strahlen, welche die Lösung treffen, hat es möglich gemacht, eine grosse Menge von Körpern zu prüfen, mit denen Versuche sonst unmöglich gewesen sein würden, weil sie äusserst schwierig in Krystallen von hinlänglicher Grösse und genügender Durchsichtigkeit zu erhalten sind.

Nach Hunt werden die „chemischen Strahlen“ wenig absorbirt von Salpeter, Soda, Doppelspath, stärker von Alaun, rothem Flusspath, Crownglas, Flintglas, Glimmer, arabischen Gummi, noch stärker von grünem Flusspath, Bernstein, Canada-Balsam, am stärksten durch grünes Bouteillenglas und schwach angeräuchertes Glas.

Nach den Angaben Miller's werden die chemischen Strahlen am wenigsten vom Bergkrystall, vom Eise, vom weissen Flusspath und vom Steinsalze absorbirt. Nach Schönn besitzt Eis ein sehr geringes Absorptionsvermögen für Ultraviolett; es verhält sich wie Bergkrystall.

Ferner zeichnen sich nach Miller durch geringe Absorption aus: Kochsalz, die Alkali-Sulfate, -Carbonate, -Phosphate, -Arseniate, -Borate, die alkalischen Erden, die löslichen Fluor-Verbindungen, die Chlor- und Bromverbindungen der Alkalien, was Schönn bezüglich des Steinsalzes und Alauns bestätigte. Hingegen zeigen die Absorption in nicht sehr hohem Grade die Jodverbindungen, gesättigte Lösungen von Phosphor- und Arsensäure, die chlorsauren Salze. Stark ist die Absorption bei den organischen Säuren und ihren Verbindungen und am ausgezeichnetsten bei den Nitraten und Hyposulfiten (Miller). Aeusserst feine Glas-, Glimmer-, Gypsblättchen absorbiren das Ultraviolett bedeutend (Schönn), ebenso Gelatine in Form von Gallerte und viele vegetabilische und animalische Flüssigkeiten. (De Chardonnet.[17])

Durch eine Kerzenflamme gehen nach Schönn die ultravioletten Strahlen ohne bemerkbare Schwächung hindurch.

III. Absorption von actinischen Strahlen durch Glas etc. und deren Zusammenhang mit der Photographie.

Auch Hankel 1862 stellte Messungen über die Absorption der chemischen Strahlen des Sonnenlichtes durch verschiedene Medien an[18]) und fand, dass bei einer senkrecht zur Axe geschnittenen Bergkrystallplatte gar keine Absorption der chemischen Strahlen, bei parallel zur Axe geschnittenen Platten eine sehr kleine Absorption derselben eintritt.

17) Comptes rend. 1881. Bd. 93, S. 406.
18) Fortschritte d. Physik. 1862. 230.

Glasplatten verhielten sich je nach der Qualität verschieden. Bei einer Glassorte ging bei einem Einfallswinkel von 60° und 5 mm Dicke 29 Proc. vom chemisch wirkendem Licht verloren, bei einer anderen etwas grünlichen 4 mal mehr. Uebrigens wird in einer zweiten durchlaufenen Glasschicht nicht mehr soviel Licht absorbirt, sondern die Absorptionscoefficienten verhalten sich fast umgekehrt, wie die durchlaufenen Schichten.

Wieviel Licht beim Durchgang durch Gläser verloren geht, zeigt sehr deutlich die Storer'sche Tabelle[19]).

Glassorte	Dicke des Glases in Zollen	Lichtverlust in Procenten
Deutsches Fensterglas	1/16	4,27
Dickes englisches Spiegelglas	1/3	6,15
Krystallglas	1/8	8,61
„Double English" Fensterglas	1/8	9,39
Doppeltes deutsches Fensterglas	1/8	13,00
Englisches Crownglas	1/8	13,08
Orange gefärbtes Glas, emaillirt, zum Theil matt	1/16	51,23
Deutsches mattes Glas (dickes)	1/8	62,34
Mattes Glas von Berkshire	1/16	62,74
Einfaches deutsches mattes Glas	1/16	65,75
Grünes Fensterglas	1/16	81,97
Purpurnes Fensterglas	1/8	85,11
Röthliches Fensterglas	1/16	89,62
Transparentes Porzellan	1/16	96,68

Rood[20]) gab folgende Tabelle über die Absorption des Lichtes durch Gläser:

Glassorte	Dicke des Glases in Zollen	Lichtverlust in Procenten
Crownglas	1/12	8,91
„ einseitig matt	1/12	58,87
Orangegelbes Glas	1/20	51,26
Tiefrothes Glas	1/10	89,95

Beim Copiren der Positive variirt die Schnelligkeit der Lichtwirkung bemerklich je nach der Qualität der Gläser des Copirrahmens. Stark grünliche Gläser verzögern die Wirkung besonders. Dies hängt nicht nur von der Reflexion des Lichtes vom Glase ab, welche am kleinsten ist, wenn die Strahlen senkrecht auffallen, sondern von der Absorption der chemisch wirksamen Strahlen von der Glasmasse, wie Gaudin schon 1857 bemerkte. Derselbe Autor schätzte den photographischen Lichtverlust durch Glasscheiben unter ungünstigen Verhältnissen auf 3/4 und vielleicht sogar auf 4/5[21]); in der Regel dürfte er 3 bis 10 Procent pro 1 Millimeter Dicke betragen.[22])

Dass die Farbe der Linsengläser im Objectiv auf die photographische Lichtkraft bedeutenden Einfluss nimmt, war schon 1851 von Bayard in der Pariser „Société héliographique" constatirt, indem er fand, dass Linsen von bläulicher Farbe eine viel kürzere Exposition gestatten, als gelbliche und Martin gab an, dass von zwei ganz analog construirten und äusserlich

19) Phot. Mittheil. 1866. Bd. 3, S. 162.
20) Fortschr. d. Physik. 1863. S. 223.
21) Horn's Phot. Journ. 1857. Bd. 7, S. 39 u. 45.
22) Hanckel, Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. Bd. 7. S. 35; Hartley, Journ. f. Gasbeleuchtung. 1881. S. 127.

identischen Objectiven, das eine (ein deutsches) mit 16 Sekunden Exposition ein Bild gab, wozu man mit dem zweiten (einem französischen) nur 8 Secunden brauchte[23]). — De Chardonnet[17]) fand, dass eine einfache Linse von Dallmayer viel weniger Ultraviolett absorbirte, als eine analoge von Darlot. Das ultraviolette Spectrum war nach dem Durchgange durch ersteres 3 bis 4 mal länger, als bei letzterem.

Vom theoretischen Standpunkte würden Linsen aus Bergkrystall photographisch besonders wirksam sein, weil sie sehr wenig ultraviolette Strahlen verschlucken. In der That zeigte sich auch nach Emerson[24]) in der Praxis, dass eine Quarzlinse als photographisches Objectiv schneller arbeitet, als eine gewöhnliche Glaslinse von gleicher Oeffnung, Brennweite und Dicke. — Leider stellen sich bei der Bearbeitung von Bergkrystall grosse Schwierigkeiten entgegen.

Glas verändert sich mit der Zeit an Luft und Licht. Durch die atmosphärischen Einflüsse wird es trübe und verliert an Durchsichtigkeit; auch durch blosse andauernde Lichtwirkung erleidet es eine Farbenänderung, indem es statt farblos zu bleiben mehr oder weniger violett etc. wird. Dass mit dieser Veränderung zugleich eine Abnahme der Durchlässigkeit für Licht, speciell für die actinischen Strahlen verknüpft ist, fällt in die Augen. Man beobachtet diesen Umstand an den mit Glas gedeckten Dächern photographischer Ateliers, an Linsen photographischer Objective, welche oftmals an das Sonnenlicht gebracht wurden (z. B. bei Vergrösserungen im Sonnenlicht) etc., wobei sich unliebsam eine merkliche Schwächung des Lichtes bemerklich macht.

23) La Lumière. 1851. Bd. 1, S. 74.
24) Sillim. Journ. Bd. 32, S. 227. Kreutzer, Zeitschr. Phot. 1862. Bd. 5, S. 23.

FÜNFTES CAPITEL.

NOTHWENDIGKEIT EINER GEWISSEN ANFANGS-WIRKUNG IN DER PHOTOGRAPHIE. — VOR- UND NACHBELICHTUNG.

I. Nothwendigkeit einer bestimmten Zeitdauer der Lichtwirkung. Photochemische Induction.

Das Licht wirkt — soweit unsere Erfahrung reicht — auf photographische Platten nicht momentan ein. Alles deutet darauf hin, dass eine gewisse Zeit der Einwirkung nothwendig ist, nach welcher erst die photochemische Zersetzung beginnt. Diese Erscheinung lässt sich auch bei vielen rein chemischen Reactionen, bei welchen das Licht gar nicht mitwirkt, beobachten. Sie liegt auch offenbar der Thatsache zu Grunde, dass die einzelnen photographisch verwendeten Präparate verschiedene Lichtempfindlichkeit zeigen. Denn die Erscheinung, dass das Bromsilber im Lichte rascher geschwärzt und in Subbromid und Brom gespalten wird (d. i. lichtempfindlicher ist) als Chlorsilber, deutet offenbar darauf hin, dass das Licht auf Chlorsilber längere Zeit einwirken muss, um einen bestimmten Eindruck hervorzubringen, als dies beim Bromsilber nöthig ist.

Die Zeit, welche nothwendig ist, um einen deutlich nachweisbaren photographischen Eindruck auf das empfindlichste Präparat, das wir kennen, nämlich Bromsilber-Gelatine, hervorzubringen, ist allerdings unendlich kurz, jedenfalls nicht länger als $^1/_{100,000}$ Sekunde im directen Sonnenlichte. Allein selbst in diesem Falle muss bei schwachem Lichte die Bestrahlung eine bestimmte Zeit andauern, damit ein durch Reductionsmittel entwicklungsfähiger Eindruck hervorgebracht wird.

Bunsen und Roscoë beobachteten diese Erscheinung im Jahre 1857 zuerst. Sie fanden, dass die chemische Wirkung des Lichtes auf ein Gemenge von Chlor und Wasserstoff nicht im Momente der ersten Bestrahlung sogleich in ihrer vollen Stärke eintritt, sondern anfangs verschwindend, oder nahe verschwindend klein ist, sich dann allmählich steigert und erst nach einer namhaften Zeit ein Maximum erreicht, auf dem es sich constant erhält. Sie bezeichneten diese Erscheinung mit dem Namen photochemische Induction[1]). (Vergl. S. 16.)

1) Poggendorff. Annal. Bd. 100, S. 43 und 481; Bd. 101, S. 235. Philos. Transact. 1857. S. 355 u. 601. In der citirten Originalabhandlung sind die Gesetze der photochemischen Induction für Chlorknallgas weiter entwickelt.

Schultz-Sellack[2]) zeigte sehr deutlich auf ganz objective Weise, dass für die mechanische Veränderung des Jodsilbers im Lichte eine beträchtliche Anfangswirkung nothwendig sei. Er jodirte die Silberschicht eines versilberten Glasspiegels; die so erhaltene durchsichtige Jodsilberschicht wurde im Lichte trübe, pulverig und gelblichgrün. Er belichtete die verschiedenen Theile einer Platte verschieden lange Zeit, indem er sie theilweise mit einem undurchsichtigen Schirm bedeckte, den er ruckweise in gleichen Zeitabschnitten fortzog; die Lichtwirkung wurde erst nach einiger Zeit bemerklich und wuchs dann schnell.

II. Unregelmässigkeit in den Beziehungen zwischen Dauer der Lichtwirkung und Intensität der photographischen Bilder.

Die Undurchsichtigkeit eines entwickelten photographischen Bildes ist nicht proportional der Dauer der Belichtung. Auch hier steigert sich die Wirkung allmählig, erreicht dann ein Maximum, ohne aber irgend eine Gesetzmässigkeit oder Constanz zu zeigen.

Diesen Satz wies Abney 1874 scharf nach[3]) und zwar bei nassen Jod-Collodionplatten mit Eisenentwickler und Bromsilber-Collodionplatten (Emulsion) mit Albumin-Präservativ und alkalischem Pyrogallus-Entwickler. Er fand, dass sich die Verhältnisse von Dichte des Negativs und Lichtintensität in keine bestimmten Gesetze bringen lassen, sondern dass hier Qualität der Silbersalze und Art der Entwicklung grossen Einfluss haben.

Aus Abney's und Bennett's[4]) Untersuchungen mit Bromsilbergelatine-Platten geht aber soviel deutlich hervor, dass die Wirkung des Lichts auf Silbersalze mit Entwicklung in sehr kurzer Zeit unter raschem Ansteigen ein Maximum erreicht, dann bei weiterer Andauer keinen weiteren Zuwachs mehr bewirkt und dann durch die secundäre Erscheinung der Solarisation sogar wieder abnimmt (s. speciell über Solarisation).

Es steigt die Undurchsichtigkeit von nassen Collodion-Negativen meistens rapider, als die Intensität des Lichtes. Bad-Collodion-Trockenplatten (mit Albumin-Bier-Präservativ) mit alkalischer Entwicklung geben Negative, bei denen die Undurchsichtigkeit in geringerem Masse als die Lichtintensität zunimmt. Wirkt auf Bromsilbergelatine-Platten ein gleichmässig heller werdender Lichtstreifen $A\,C$ (Fig. 11), so erhält man mit sehr starkem alkalischen Pyro-Entwickler und wenig Bromsalz durchaus keine analoge allmählig wachsende Schicht von reducirtem Silber, sondern eine Verminderung der Contraste (Curve $D\,E\,F$), mit schwächerem Entwickler und viel Bromsalz im schwachen Licht eine zu geringe Reduction, die bei stärkerem Licht unverhältnissmässig ansteigt, also Steigerung der Contraste (Curve $A\,B\,C$).

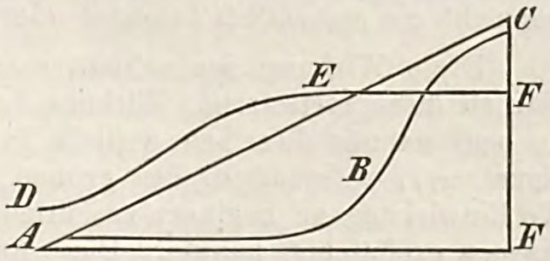


Fig. 11.

Diese enormen Schwankungen der Beziehungen der Dauer oder Intensität der Lichtwirkung mit der Undurchsichtigkeit des entwickelten Bildes

2) Poggend. Ann. 1871. Bd. 143, S. 439.
3) Phot. News. 1874. S. 436 aus Philosoph. Magaz.
4) Phot. News. 1879. S. 138.

machen sich auch in der practischen Photographie bemerklich. So z. B. wird ein Porträt auf Bromsilbergelatine bei gleich langer Exposition und Dauer der Entwicklung dieselbe Intensität der hellen Lichter (Gesicht etc.) geben, ob der Eisenoxalat-Entwickler 0·1 % oder 0·3 % Bromkalium enthält; nur erscheint im ersten Falle auch in den Schatten genügend Zeichnung, im letzteren aber bleiben diese glasig. Im ersten Falle ist das Verhältniss der Beleuchtung harmonisch im Negativ wiedergegeben, im letzteren ist ein grosses Missverhältniss zwischen Licht und Schatten des Originals und der photographischen Copie.

Aehnlich geht es mit dem Chlorsilberpapier ohne Entwicklung und mit Pigmentpapier (Gemenge von Gelatine, Kaliumbichromat und Russ). Ein Chlorsilber- oder Albuminpapier, welches 2, 3, 4mal länger belichtet ist, erscheint durchaus nicht 2, 3, 4mal dunkler gefärbt (s. S. 25). Ebensowenig wächst die Undurchsichtigkeit oder Schwärze eines Pigmentpapiers mit der Dauer der Belichtung. Diese Differenzen lassen sich durch gewisse, mannigfaltige Operation mildern und verringern.

In der That hat es der Practiker ziemlich gut in der Hand, die Beleuchtungscontraste des Originals sowohl im Negativverfahren, als auch positiven Copirverfahren nach Bedarf zu steigern oder abzuschwächen, indem er sich eben von der Empirie leiten lässt.

III. Vorbelichtung, Nachbelichtung und Nebenbelichtung.

A. Im Negativ-Process.

Wird eine Daguerreotypplatte, nasse Collodion- oder trockene Gelatineplatte nach einer kurzen Exposition in der Camera durch einige Secunden über die ganze Fläche hin dem schwachen zerstreuten Lichte ausgesetzt, so macht sich ein günstiger Effect geltend. War die Belichtung in der Camera so kurz gewählt, dass sich beim Entwickeln kein oder ein unvollkommenes Bild gezeigt hätte, so wird durch die hinterherige allgemeine Belichtung die erste Wirkung des Lichtes gewissermassen fortgesetzt, so dass nunmehr ein wesentlich besseres oder vollkommeneres Bild entsteht.

Diese Wirkung beobachtete man schon vor 40 Jahren. Becquerel schrieb diese fortsetzende Wirkung besonders den rothen und gelben Strahlen zu und nannte dieselben deshalb fortsetzende Strahlen (rayons continuateurs), während er den grünen, blauen und violetten die Eigenschaft, die Einwirkung zu beginnen zuschrieb und sie deshalb erregende Strahlen (rayons excitateurs) nannte. Diese Ansicht wurde aber als unrichtig erkannt und Moser war einer der Ersten, welcher erkannte, dass alle Strahlen die Wirkung beginnen und vollenden können, ja später stellte es sich heraus, dass in der Praxis gerade die abgedämpften Strahlen vom violetten Ende des Spectrums sich als die wirksameren erweisen.

In der photographischen Praxis hat man wiederholt vorgeschlagen, eine Platte in der Camera kürzer zu exponiren, als unter gewöhnlichen Umständen nöthig ist und dann durch kurze Zeit dem zerstreuten Licht auszusetzen. Diesen Vorgang nennt man Nachbelichtung.

Einen ähnlichen Effect erzielt man, wenn man die Platte zuerst dem schwachen zerstreuten Lichte aussetzt und dann erst in der Camera exponirt (Vorbelichtung) oder wenn man auf die Platte während der Ex-

position in der Camera zerstreutes Licht fallen lässt (Nebenbelichtung, Extrabelichtung).

In allen drei Fällen wird eine Abkürzung der Hauptexposition erzielt, freilich häufig auf Kosten der Qualität des Bildes; die Wege hierzu sind mannigfaltige und weiter unten beschrieben.

Schon Schultz-Sellack erklärte 1871 die „fortsetzende" Wirkung des Lichtes auf ein schwaches Bild nicht als eigenthümliche Erscheinung, sondern als eine Folge der nothwendigen Anfangswirkung [2]).

H. W. Vogel sprach 1872 dies deutlicher aus, indem er die Wirkung der Nachbelichtung nur als eine Art Addition erklärte. Die Erfahrung lehrt, dass nur Lichteindrücke von bestimmter Stärke auf der Platte entwickelbar seien. Nimmt man nun z. B. an, dass ein solcher Lichteindruck, um entwickelbar zu sein, die Stärke = 5 haben müsse, so sei es offenbar, dass alle Details der Schatten, die nur mit der Stärke 1, 2, 3 oder 4 gewirkt hätten, im Bilde nicht erscheinen könnten. Setze man aber die Platte einer Nachbelichtung aus, die etwa = 3 ist, so addire sich dieser Eindruck zu den übrigen so, dass sämmtliche vorher nicht entwickelbaren Lichteindrücke, 2 bis 4 entwicklungsfähig würden. Zu viel Licht würde die Platte verschleiern [5]).

Wenn man nach Gaudin die Daguerreotypplatte beim Herausnehmen aus der Camera hinter ein rothes Glas bringt und dem Lichte aussetzt, wird die angefangene Wirkung durch die Strahlen fortgesetzt, bis das Jodsilber soweit zersetzt ist, dass ein Bild sichtbar wird, genau auf dieselbe Weise, als wenn man dasselbe mehrere Stunden in der Camera belichtet hätte (ohne Hervorrufen durch Quecksilber).

1. Nasses Collodionverfahren.

Die Wirkung der Vor- und Nachbelichtung auf photographische nasse Collodionplatten der Camera entdeckte Bazin 1870 [6]). Er liess nämlich während der Exposition, oder vor oder nach derselben auf die sensible Platte rothes Licht einströmen. Dies bewirkte er durch vier Oeffnungen im vorderen Brett der Camera rings um das Objectiv, welche durch mit einer ammoniakalischen Carminlösung bestrichene Glasplatten geschlossen waren und hinter welchen sich noch ein mattes Glas befand. Beim Oeffnen und Schliessen des Objectivs wurde dasselbe zugleich bei den vier Oeffnungen bewirkt. Denselben Effect erreichte er dadurch, dass er die Platte vor oder nach der Belichtung einen Augenblick rothem Lichte aussetzte.

Carey Lea liess bei Landschaftsaufnahmen das rothe Licht nur dort wirken, wo der Himmel nicht auf die Platte kam. Er brachte deshalb an der Vorderseite der Camera oben einen rothen Streifen an (mit Carmin gefärbtes Papier), um bei Landschaften dunkles Laubwerk etc. (nicht aber den Himmel!) durch rothes Nebenlicht kräftiger und detailreicher zu bekommen. War das Laubwerk hell beleuchtet, so wendete er das rothe Licht gar nicht an [7]).

Newton brachte in der Vorderseite der Camera eine mit grünem Glas verschlossene Oeffnung (2 × 4 Zoll) an, so dass während der Exposition

5) Phot. Archiv. 1872, S. 155.
6) Phot. Archiv. 1871, S. 279. Phot. Mitth. Bd. 7, S. 214 und 241. Fortschr. Physik. 1870. S. 404.
7) Phot. Archiv. 1871, S. 6.

schwaches grünes Licht auf die Platte fiel. Dadurch soll die Exposition von 20 Secunden auf 5 abgekürzt worden sein[8]).

Newton hielt es für das Beste und Sicherste die Platte in der Camera zu belassen und dadurch nachzubelichten, dass er ein grünes, rothes, schwarzes oder graues Papier vor das Objectiv hielt und so Licht darauf reflectirte[9]).

Andere exponirten die nassen Platten $^1/_3$ bis $^1/_4$ von der gewöhnlichen Expositionszeit, setzten dann an die Stelle des Schiebers der Cassette ein gelbes Glas und belichteten unter diesem im diffusen Tageslicht noch circa 90 Secunden (Gaenslin).

Auch gefärbte Papiere wurden zu ähnlichem Zwecke angewendet (blaue, grüne, braune) und zwar unmittelbar nach der Expositionszeit und vor dem noch geöffneten Objectiv (Krüger[10]).

Im Jahre 1877 tauchte die Nachbelichtung durch violettes Licht auf. Scotellari schnitt in dem Objectivdeckel ein Loch aus und verklebte es mit einem durch Anilinviolett gefärbten Seidenpapier. Diese Oeffnung liess sich durch eine drehbare Blechscheibe verdecken oder blosslegen. Er exponirte nun bei ganz offenem Objectiv kürzer als gewöhnlich, setzte dann den Deckel auf, schob die Blechscheibe weg und liess das violette Licht nachwirken. Man exponirte statt 15 Secunden jetzt nur 7—8 Secunden und belichtete durch 2 Secunden[11]) oder selbst 7 Secunden nach[12]).

Gillard empfahl diese farbigen Blenden nicht nur wegen der Abkürzung der Exposition, sondern wegen des hübschen Mezzotinto-Effectes. Er erzeugte seine Blenden aus Gelatinefolien, welche er violett oder dunkelgrün färbte[13]).

Sehr häufig wurde die Vor- oder Nachbelichtung bei weissem Lichte vorgenommen. Werge[14]) belichtete durch zwei Schichten weissen Papiers während 4 Secunden nach.

Haugk[15]) empfahl, etwas weniger als die Hälfte der gewöhnlichen Zeit zu exponiren, dann einige wenige Secunden (den fünften Theil der wirklichen Exposition) dadurch nachzubelichten, dass er eine mattgeschliffene Glastafel vor das Objectiv hielt und erst dann mit dem Deckel schloss.

Melchion belichtete bei Portraits mit nassen Collodionplatten zuerst 2 Secunden lang bei zerstreutem Licht, indem er ein mattes Glas vor das Objectiv brachte und dann normal 8 Secunden belichtete. Das Resultat war gleich einer Exposition von 15 Secunden ohne Vorbelichtung[16]).

Auch Foxlee trat sehr warm für die Nachbelichtung bei diffusem weissen Lichte ein[17]).

Man empfahl auch, den Deckel des Objectivs mit einem Loch zu versehen, welches durch feines Milchglas verschlossen war (etwa $^2/_3$ vom Linsendurchmesser). Die Vorbelichtung sollte $^1/_7$ der wirklichen Belichtung haben;

8) Bull. Soc. franç. 1873, S. 118.
9) Phot. Year-Book. 1874, S. 126.
10) Phot. Corresp. 1877, Bd. 10, S. 42.
11) Phot. Archiv. 1877, S. 181.
12) Phot. Archiv. 1878, S. 74.
13) Phot. Year-Book. 1878, S. 121.
14) Bull. Soc. franç. Phot. 1875, S. 317.
15) Phot. Corresp. 1873, Bd. 10, S. 42.
16) Phot. Archiv. 1874, S. 31.
17) Phot. Archiv. 1874, S. 204 aus Brit. Journ.

dadurch erreicht man eine Abkürzung der wirklichen Exposition auf 14 Secunden statt 24 Secunden[18]).

Richard verschloss das Loch im Objectivdeckel mit dünnem weissen Papier. Die Nachbelichtung soll nach ihm nicht mehr als $^3/_5$ der Originalexposition übersteigen[19]).

Wyler zog vor, die Vor- oder Nachbelichtung bei Kerzenlicht in der Dunkelkammer vorzunehmen, wegen der leichteren Controle der Belichtung gegenüber dem Vorbelichten in der Camera. Er exponirte die nasse Platte 10 Secunden lang dem Kerzenlichte[20]). Chapmann setzte bei astronomischen Aufnahmen die Platte vor dem Entwickeln kurze Zeit dem Lampenlichte aus, was auch Worthley empfahl[21]).

Bei unterexponirten nassen Collodionplatten fand Prümm eine Nachbelichtung in der Weise am besten durchführbar, dass er auf die Platte das Licht der Laterne der Dunkelkammer durch gelbe Scheiben fallen liess[22]).

Bei der Vorbelichtung oder Nachbelichtung muss man sich sehr in Acht nehmen, dass man hierbei das Licht nicht zu lang einwirken lässt, sonst erhält man Schleier, während eine zu kurze Belichtung keine Wirkung äussert. So z. B. ruft eine Nachbelichtung von 10 bis 15 Secunden bei zerstreutem Tageslichte unter gelbem Glase schon Schleier hervor (nasse Collodionplatten) während ein rothes Kupferglas bei 5 bis 10 Secunden Nachbelichtung mit gutem Erfolg ermöglichte und eine Combination des rothen und gelben Glases zu wenig Licht durchliessen, als dass irgend ein Effect (selbst bei langer Nachbelichtung) bemerkbar gewesen wäre[23]).

Die Vor- oder Nachbelichtung soll trotz der nicht ungünstigen Resultate immer nur in Ausnahmsfällen angewendet werden, etwa als Nothbehelf bei unterexponirten Platten, da fast immer Schleierbildung die Folge ist und länger exponirte Negative ohne Extrabelichtung vorzüglicher sind. Für die Praxis zog Quidde die Nachbelichtung der Vorbelichtung vor[24]).

Eine bedeutende Abdämpfung des Lichtes ist bei allen Modalitäten der Vor- oder Nachbelichtung nothwendig, damit man den Vorgang controliren kann. Deshalb darf man nur halbdurchscheinende Medien verwenden, wenn man mit violettem oder weissem Licht nachbelichtet. Durchsichtiger können grüne oder gelbe Scheiben sein, weil selbe Dank ihrer Farbe wenig wirksame Strahlen durchlassen. Es muss bemerkt werden, dass bei allen diesen Processen das blaue und violette Licht das wirksame ist, indem ja auch z. B. rothes Carminpapier etwas von diesen Strahlen durchlässt. Wirklich einfarbiges rothes oder gelbes Glas wäre so gut wie unwirksam.

An diesem Orte ist auch der 1850 und 1851 gemachte Vorschlag, weisse Camera's zum Photographiren zu verwenden, anzuführen. Die Idee dazu ging von Löscherer in München aus, welcher mit einer Camera arbeitete, die im Innern nicht geschwärzt, sondern weiss austapezirt war; er behauptete, die Lichtwirkung werde dadurch bedeutend unterstützt. Un-

18) Phot. Archiv. 1874, S. 157.
19) Phot. Archiv. 1878, S. 26.
20) Bull. Soc. franç. 1875, S. 143.
21) Phot. Mitth. 1874, Bd. 11, S. 231.
22) Phot. Archiv. 1877, S. 241.
23) Gutzlaff, Phot. Archiv. 1872, S. 185.
24) Phot. Archiv. 1872, S. 57.

mittelbar nach dem Bekanntwerden dieser Angabe gab Blanquard-Evrard[25]) an, er erhalte Bilder in kurzer Zeit, wenn das Innere der Camera obscura, ganz im Gegensatze zu der gebräuchlichen Weise, mit weissem Papier beklebt sei, was von Kilburn[26]) bestätigt, aber von Claudet[27]) geleugnet oder wenigstens auf solche Fälle beschränkt wurde, wo das äussere Licht nicht zur Herstellung eines kräftigen Bildes ausreicht. Trotzdem kam Blair zwanzig Jahre später nochmals darauf zurück[28]), gab aber die weisse Camera bald selbst wieder auf und griff zu der Vorbelichtung mit rothem Licht zurück.

Günther in Hannover brachte 1855 eine Modification an, indem er eine innen blaulila gefärbte Camera verwendete[29]).

Einige Photographen, z. B. Belloc erzielten in der That mit solchen Apparaten eine Abkürzung der Exposition. Allein dennoch wurde in der dadurch angeregten Debatte, an der sich in Deutschland namentlich Horn[30]) betheiligte, hervorgehoben, dass die Abkürzung der Exposition auf Kosten der Schönheit des Bildes gehe, indem die Negative flau werden. In der That hat man die Menge und Intensität des fremden diffusen Lichtes in der Camera gar nicht unter Controle und wenn auch in einigen Fällen zufällig das richtige Mass der „Nebenbelichtung" getroffen ist, so wird in der weitaus grösseren Anzahl von Fällen das Richtige nicht getroffen sein. Dieses Hilfsmittel ist demnach ganz verwerflich; es ist viel schlechter, als die vorhin gegebenen Methoden der Vor- oder Nachbelichtung.

Carey Lea verwarf sowohl eine weisse als rothe Anstrichmasse im Innern der Camera. Speciell bei starkem Lichte (Landschaftsaufnahmen) würde das grelle Himmelslicht das ganze Bild verderben und Schleier und Flauheit mit sich bringen[31]).

De Constant, welcher 1870 die Sache nochmals prüfte, fand, dass eine ganz weisse Camera dem Bilde Flauheit, wenig Relief und ein verworrenes Aussehen giebt, als wenn man das Gesicht mit einem Wischer verarbeitet hätte. Liess er aber die obere oder untere Wandfläche der Camera schwarz und nur die Seitentheile weiss, so erzielte er Weichheit vereint mit Schärfe und Relief, besonders an der dem schwarzen Theile zugewendeten Seite. War der Boden der Camera schwarz, so gereichte dies der Klarheit des Gesichtes zum Vortheil; war hingegen die Decke der Camera dunkel, so wurden die Kleider klarer. Da nun gewöhnlich das Gesicht zu den Kleidern zu viel Licht hat, so erhielt er bessere Resultate, wenn die Decke und Seitentheile weiss und der Boden schwarz genommen wurde[32]).

Auch hieraus hat sich aus den oben angegebenen Gründen keine präcise, in der Praxis adoptirte Methode entwickelt.

2. Nachbelichtung bei Gelatineplatten.

Dieselbe ist auch bei Bromsilbergelatine-Platten wirksam, indem man in der That auch hier die Exposition durch Nachbelichtung abkürzen kann.

25) Comptes rendus 1851. Bd. 31, S. 864. Dingler, Polytechn. Journ. Bd. 119, S. 201.
26) Athenaeum. 1851. S. 170.
27) Athenaeum. 1851. S. 141, 410.
28) Phot. Archiv. 1870. S. 186.
29) Dingler, Polytech. Journ. Bd. 135, S. 372.
30) Horn, Phot. Journ. 1855. Bd. 3, S. 52.
31) Phot. Mitth. 1870. Bd. 7, S. 241 aus Philad. Photogr.
32) Phot. Archiv. 1870. S. 185.

Bei ganz kurzen Expositionen verklebte Prümm das Lichtloch des Momentverschlusses mit ganz feinem durchscheinenden Seidenpapiere, so dass nur ein schmaler Querstreifen frei bleibt. Der Querstreif bewirkt beim Vorbeifallen die Exposition und das durch das Papier scheinende Licht bewirkt eine, wenn auch kurze Nachbelichtung der Platte, welche nach Angabe Prümms häufig sehr günstig gewirkt hat[33]).

Es ist vielleicht nicht überflüssig zu bemerken, dass bei der bedeutenden Lichtempfindlichkeit der Bromsilber-Gelatine das richtige Ausmass der Nachbelichtung noch schwieriger zu treffen ist, als bei nassen Collodionplatten und Verschleierung noch schwerer, als bei letzteren zu vermeiden ist.

Bei Bromsilbergelatine-Platten ist aller Wahrscheinlichkeit derselbe Effect, wie die Vor- oder Nachbelichtung, auch auf rein chemische Weise, ohne Mitwirkung des Lichtes zu erlangen. Man muss nämlich eine minimale Reduction des Bromsilbers einleiten. Dies geschieht durch das längere Erwärmen beim sog. Reifungsprocess; in der That führt die längere Fortsetzung der Digestion in der Wärme zur Verschleierung und andererseits ist es der hohen Empfindlichkeit von in der Wärme gereifter Gelatine-Emulsion sehr schädlich, wenn man sie mit Reagentien behandelt, welche reducirtes Bromsilber (Subbromid) in normales Bromid zurückführen (z. B. ein Gemisch von Salzsäure, Kaliumbichromat und Bromkalium etc). — Ausdrücklich sei hier hervorgehoben, dass diese Annahme allein zur Erklärung der hohen Empfindlichkeit von Bromsilbergelatine-Platten nicht ausreicht (s. u.).

B. Im Positiv-Process.

Ein Stück gesilbertes Papier, welches im Copirrahmen 2—3 Secunden dem Lichte exponirt wird, färbt sich kaum sichtbar. Unter einem gelben Glas aber weiter belichtet, wird der zuvor belichtete Theil im Lichte immer dunkler und dunkler, während ein nicht vorbelichteter Theil unter dem gelben Glas weiss bleibt. (Vidal[34]).

Dieser Vorgang erklärt sich aus der Bildung von Silberchlorür, welches für die gelben und rothen Strahlen viel empfindlicher ist, als das weisse Silberchlorid (s. S. 49).

De Silva wollte auch gesilbertes Albuminpapier durch kurzes Vorbelichten nicht nur empfindlicher machen, sondern auch bewirken, dass von harten Negativen mehr Details copiren[35]).

Liesegang fand, dass mitunter auch beim Pigmentpapier eine kurze Vorbelichtung (diffuses Licht) vortheilhaft sei, namentlich beim Copiren solcher Negative, in denen sehr helle Lichter vorkommen. Die Dauer der Lichtwirkung muss aber eine kurze sein, sonst würde leicht eine Verschleierung des Bildes möglich sein[36]).

Wenn man Chromatgelatine durch andere Mittel als Lichtwirkung in sehr geringem Grade unlöslich oder richtiger gesagt schwerer löslich macht, so lässt sich ebenfalls eine Steigerung der Empfindlichkeit constatiren. Schon 1878 stellte der Verfasser fest[37]), dass solche Chromatgelatine, welche in Folge des Einflusses gewisser Agentien in das erste Stadium der Unlöslich-

33) Phot. Mitth. 1880. Bd. 17, S. 187.
34) Phot. Mitth. 1870. S. 51.
35) Bull. Soc. franç. 1878. S. 201 aus Anthony's Bull. Phot.
36) Phot. Archiv. 1875. S. 17.
37) Eder, Reaction der Chromsäure und Chromate auf Gelatine etc. S. 26.

keit (Schwerlöslichkeit) tritt, im Lichte viel rascher unlöslich wird, als ganz unveränderte. Deshalb ist chromirtes Pigmentpapier drei Tage nach der Präparation empfindlicher, als unmittelbar nach dem Trocknen; ähnliches erreicht man durch Zusatz von ein wenig Chromalaun. Auch umgekehrt kann man vorgehen; man kann ein chromirtes Pigmentpapier belichten, dann etwa 12 Stunden im Finstern liegen lassen und dann erst entwickeln. Dadurch gewinnt das Bild bedeutend an Kraft und Details — ein analoger Process der Nachbelichtung.

Vielleicht gehört auch die von Niepce 1854 publicirte Beobachtung hierher, dass Asphalt weit lichtempfindlicher wird, wenn man ihn fein pulverisirt, in dünnen Lagen mehrere Tage der Einwirkung des Sonnenlichtes aussetzt und dann erst zu heliographischem Firniss löst. Auch an fertigem Firnisse beobachtete er diese günstige Wirkung der Vorbelichtung; setzte er diesen 3 bis 4 Stunden der Luft und dem Lichte aus, so erzielte er die doppelte oder dreifache Empfindlichkeit gegen früher. Zuviel des Guten war auch hier schädlich, d. h. zu lange Vorbelichtung führte zur Verschleierung.

SECHSTES CAPITEL.

DIE PHOTOGRAPHIE IM ZUSAMMENHANG MIT METEOROLOGISCHEN UND KLIMATISCHEN VERHÄLTNISSEN.

Literatur:

Radau, Les radations chimiques du soleil. 1877. — Radau, La lumière et les climats. 1878. — Bunsen und Roscoë, Poggendorff's Annalen d. Physik und Chemie. Bd. 108, S. 193. Bd. 117, S. 529. — Roscoë, Poggendorff's Annalen. Bd. 128, S. 296. Roscoë und Baxendell, Poggendorff's Annalen. Bd. 128, S. 291; Bd. 151, S. 268. — Roscoë und Thorpe, Jahresber. f. Chemie. 1870. S. 160 und 1871. S. 179. — Marchand, Etude sur la force chimique contenue dans la lumière du soleil. 1875. — Holetschek, Photographische Correspondenz. 1877, S. 49 und 1878, S. 179. — Stelling, Zeitschrift für Meteorologie. 1879, S. 41 u. 222. — Pernter, Zeitschrift für Meteorologie. 1879, S. 401.

I. Verschiedener Gang der chemischen Intensität des Lichtes und der optischen Helligkeit.

Die chemische Wirkung des Lichtes ändert sich in den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten sehr bedeutend und eine genaue Kenntniss des Ganges des Actinismus des Lichtes ist für die Dauer der Exposition für den Photographen von höchstem Werthe.

Die chemische Intensität des Lichtes geht durchaus nicht mit der optischen Helligkeit desselben Hand in Hand, da ja für das menschliche Auge die gelben und rothen Strahlen die hellsten sind, dagegen für die photographische Platte die blauen und violetten.

Dies führt zu manchen scheinbaren Anomalien, wie z. B., dass eine grell beleuchtete, intensive Schlagschatten bildende, durch die sinkende Abendsonne erhellte Landschaft auf der Photographie fast keine Lichtcontraste bietet und dergleichen mehr.

Roscoë und Baxendell[1]) stellten schon 1866 fest, dass das Verhältniss der chemischen Intensitäten nicht mit dem der sichtbaren Lichtintensitäten übereinstimmt, indem die Atmosphäre eine 17,4 mal grössere Einwirkung auf die chemischen, als auf die sichtbaren Strahlen ausübt, wenn die Sonnenhitze 25° 16′ beträgt, und eine 26,4 mal grössere bei der Sonnenhöhe 12° 3′.

1) Pogg. Ann. Bd. 128, S. 291. Jahrb. Chem. 1866, S. 81.

Es steht ausser allem Zweifel, dass dieser Satz Roscoë's und Baxendell's richtig ist, und der Metereolog Stelling sagt, dass auch aus seinen Beobachtungen sehr deutlich ersichtlich sei, wie zur Bestimmung der chemischen Helligkeitsverhältnisse eines Ortes die Schätzung der Bewölkung und Form derselben nicht genügend sei, sondern nur photochemische Messungen deutliche Angaben liefern können. Dies geht aus einigen Beispielen, welche gelegentlich der Erörterung des Einflusses der Bewölkung weiter unten gegeben sind, deutlich hervor.

II. Abhängigkeit der Lichtintensität von der Sonnenhöhe bei ganz reinem Himmel.

Die chemische Lichtintensität ändert sich mit dem Sonnenstande oder genauer gesprochen, mit der Sonnenhöhe; sie ändert sich also 1) mit der Tageszeit, 2) mit der Jahreszeit.

Der Zusammenhang, in welchem die chemische Wirkung des zerstreuten blauen Himmelslichtes und des directen Sonnenlichtes mit der Sonnenhöhe stehen, wurde zuerst von Bunsen und Roscoë mit ihrem Chlorknallgas-Photometer[2]), später mit dem Pendel-Photometer (Chlorsilberpapier) studirt.

Die Sonnenstrahlen erleiden bei ihrem Durchgange durch die Atmosphäre eine beträchtliche Schwächung; durch dieses den directen Sonnenstrahlen entzogene und nach allen Seiten hin zerstreute Licht erhält aber auch gleichzeitig die Atmosphäre eine Leuchtkraft, welche für unsere Erde nicht nur in optischer Hinsicht von hoher Wichtigkeit ist, sondern auch starke chemische Wirkungen äussert.

Die Schwächung, welche die optische Intensität des Sonnenlichtes bei dem Durchgange durch die Atmosphäre erleidet, ist ungefähr $^1/_4$. Setzt man die Intensität des Sonnenlichtes vor seinem Eintritte in die Atmosphäre $= 1$, so ist jene optische Lichtmenge, welche nach dem Durchgange durch die Atmosphäre bei senkrechter Durchstrahlung noch an der Erdoberfläche ankommt, nach

Bouguer	0,8123
Lambert	0,589
Seide	0,7942
Trépied	0,88

Clausius nahm die Zahl 0,75 an, welche dem Mittel aus den obigen vier Angaben ziemlich nahe kommt.

Bunsen bestimmte die Extinction der chemisch wirksamen Strahlen (violettes Ende des Spectrums); er fand, dass der zur Erdoberfläche anlangende Betrag des directen chemisch wirksamen Sonnenlichtes nur mehr 0,4349 der ursprünglichen Menge beträgt.

Die nach Clausius einerseits und nach Bunsen andererseits abgeleiteten Tabellen der Aenderung der Lichtintensität mit wechselnder Zenithdistanz der Sonne stimmen übrigens merkwürdig gut überein. (Holetschek.)

Bunsen und Roscoë stellten zuerst ein Gesetz über die Abhängigkeit der chemischen Intensität mit der Sonnenhöhe auf, und zwar fanden sie, dass 1) die chemische Intensität des gesammten Tageslichtes einzig eine Function der Sonnenhöhe ist; 2) das Maximum mit der grössten Sonnenhöhe

2) Pogg. Ann. Bd. 108, S. 193.

eintritt, das heisst am Mittage[3]); 3) dass die Curve zu beiden Seiten des Mittags symmetrisch ist, d. h. in gleichen Zeitabständen vom Mittage herrscht die gleiche chemische Intensität — in allen Fällen ganz reinen Himmel vorausgesetzt.

Marchand glaubte aus seinen Beobachtungen zu Fécamp mit dem Eisenchlorid-Oxalsäure-Photometer das Gesetz gefunden zu haben: „dass die chemische Wirkung, beginnend vom Sonnenaufgange, in einer geometrischen Progression wächst, von der jedes Glied, dividirt durch die correspondirende Sonnenhöhe, Zahlen liefert, welche für jeden Grad der Höhe um 0,00000729 Cubikcentimeter zunehmen; das erste Glied der Reihe für 1° Sonnenhöhe ist aber 0,000923 Cubikcentimeter“ (bezogen auf sein Eisensalz-Photometer, s. u.).

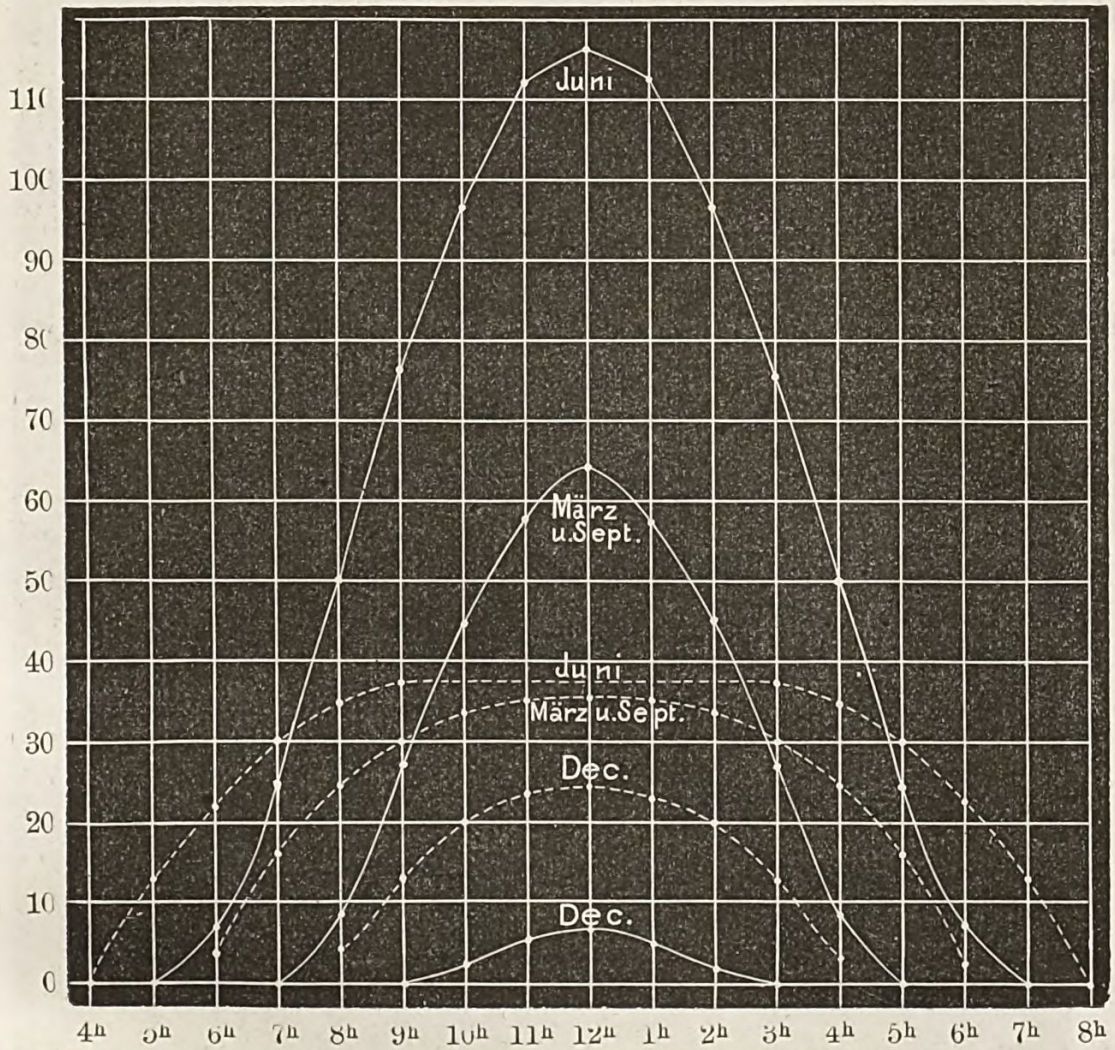


Fig. 12. Intensitätscurven des blauen Himmelslichtes (punktirt) und des Sonnenlichtes (nicht punktirt).

Dies Gesetz, lässt sich nach Pernter durch die Formel

$$\frac{H + S}{h} = 0{,}000923 + 0{,}00000729\,(h - 1^0)$$

ausdrücken[4]). Aber Pernter hält diese einfache Gleichung nicht für die richtige Deutung der Originalbeobachtungen Marchand's, sondern zieht

3) Diese Angabe reicht für unsere Breitegrade aus; für Orte, welche eine grössere Mittagshöhe der Sonne aufweisen als 85° nicht mehr.

4) H = Intensität des zerstreuten Tageslichtes, S = die der directen Sonnenstrahlen, h = Sonnenhöhe.

den Schluss, dass: 1) das Maximum der Intensität sich zu Fécamp entschieden auf Nachmittag zwischen 12 und 1 Uhr verzögert; 2) die chemische Intensität nun beginnt, weniger rasch als früher zuzunehmen; 3) in gleich weit von Mittag abstehenden Zeiten die chemische Intensität Nachmittags entschieden grösser als Vormittags ist und zwar um so ausgeprägter, je näher die Stunden am Mittag liegen.

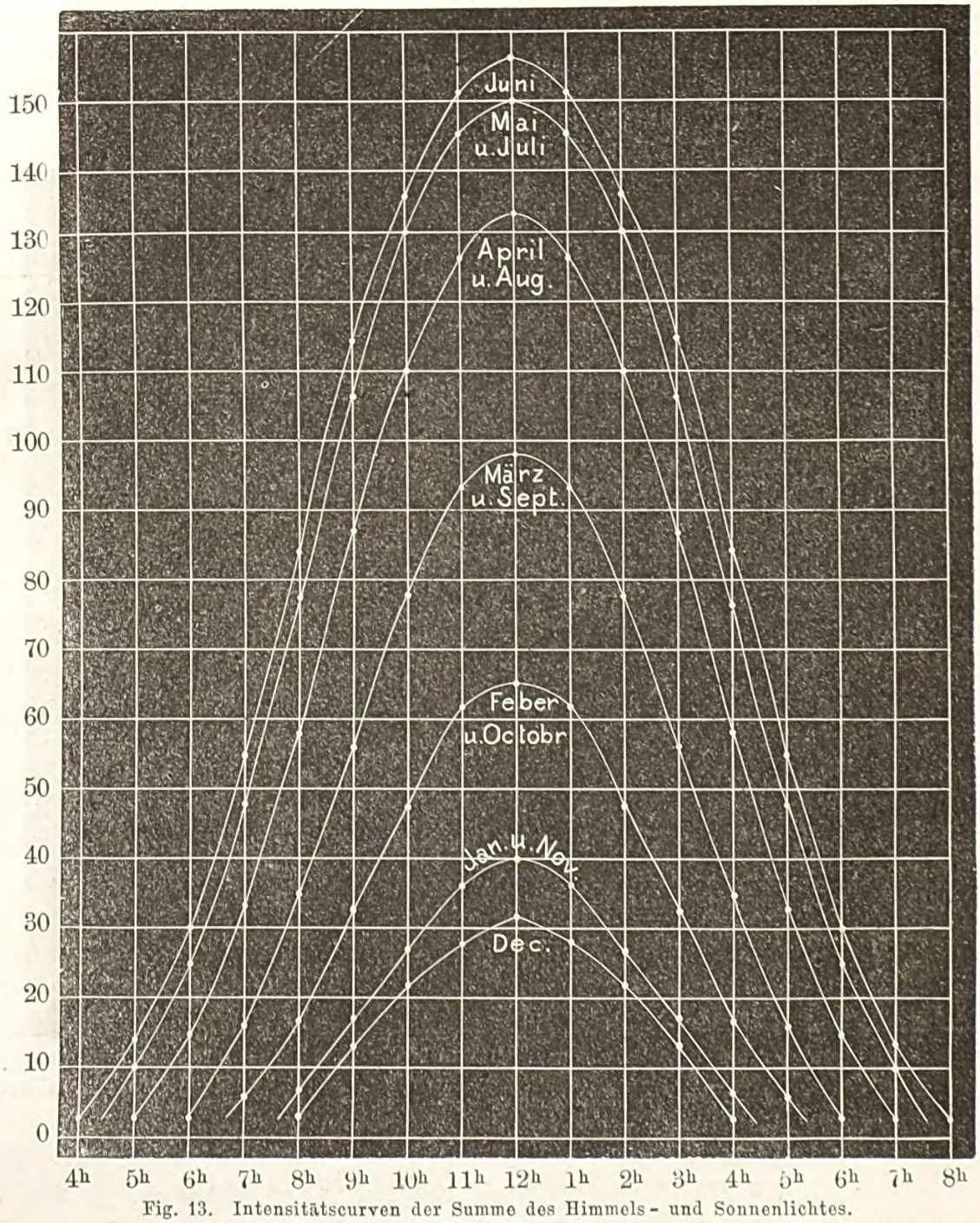


Fig. 13. Intensitätscurven der Summe des Himmels- und Sonnenlichtes.

Nach den Formeln Bunsen und Roscoë's construirte Holetschek[5]) Curven für die chemische Intensität des Lichtes[6]) für Wien oder Orte, welche mit Wien ungefähr dieselbe geographische Breite haben. (Fig. 12 u. 13.)

5) Photogr. Corresp. 1877, S. 53.
6) Bezogen auf ein horizontales Flächenelement.

Die punktirten Linien von Fig. 12 zeigen den Gang der Intensitäten des blauen Himmelslichtes, die nicht punktirten, also continuirlich ausgezogenen Curven die des directen Sonnenlichtes. Auf der Horizontallinie sind die einzelnen Tagesstunden in gleichen Intervallen als Abscissen aufgetragen; die darauf senkrecht errichteten Ordinaten entsprechen der zur bezüglichen Tagesstunde hervorgebrachten chemischen Wirkung in Lichtgraden.

In Fig. 13 ist die Summenwirkung des blauen Himmelslichtes und des directen Sonnenlichtes gegeben.

Dr. Holetschek rechnete ferner die chemischen Lichtintensitäten für die einzelnen Tagesstunden eines jeden Monates für Wien und alle Orte derselben geographischen Breite. Die Resultate stellte er in folgenden Tabellen zusammen.

1. Chemische Intensität des blauen Himmelslichtes.

Die Tabelle lehrt, dass die chemische Intensität des blauen Himmelslichtes mit der steigenden Sonnenhöhe allmählich zunimmt und zwar Anfangs rasch, später aber immer langsamer. Im Juni tritt sogar der überraschende Fall ein, dass die Intensität zu Mittag etwas kleiner ist als die Nachbarwerthe bei 11 Uhr Vor- und 1 Uhr Nachmittags; ebenso ist diese Mittags-Intensität für Juni kleiner, als für Mai und Juli. Die Intensität der atmosphärischen Lichtzerstreuung hat ihren grössten Werth (38,30 Lichtgrade) dann, wenn die Sonne 61,5° über dem Horizont steht. Steigt die Sonne noch höher, so nimmt die chemische Wirkung des blauen Himmelslichtes nicht mehr zu, sondern im Gegentheil ab, wenn auch nicht beträchtlich, so dass für den Fall, wenn die Sonne im Zenith stünde (Tropen-Gegenden), also eine Höhe von 90° hätte, die Intensität nur mehr 37,63 Lichtgrade betragen würde. Diese kleine Verminderung um 0,67 Lichtgrade hat zwar nur ein theoretisches Interesse und keine practische Bedeutung, musste aber hier dennoch besprochen werden, damit man nicht etwa in der Zahl beim 21. Juni (38,27) einen Fehler vermuthe. Ob aber diese Abnahme in der Natur wirklich besteht, lasse ich dahingestellt; aus der Formel wenigstens folgt sie.

	Vormittag								
	12h	11h	10h	9h	8h	7h	6h	5h	4h
21. Januar . .	26,53	25,53	22,30	16,42	7,41	—	—	—	—
20. Februar .	32,22	31,43	28,93	24,14	16,31	5,13	—	—	—
20. März . . .	36,23	35,77	34,10	30,65	24,64	15,32	2,78	—	—
21. April . . .	38,07	37,90	27,13	35,12	30,99	24,14	14,18	1,64	—
22. Mai	38,30	38,29	38,02	36,85	33,98	28,66	20,62	10,23	—
21. Juni . . .	38,27	38,30	38,18	37,27	34,77	30,06	22,75	13,14	2,07
21. Juli . . .	38,30	38,29	38,02	36,85	33,98	28,66	20,62	10,23	—
21. August . .	38,07	37,90	37,13	35,12	30,99	24,14	14,18	1,64	—
23. September	36,23	35,77	34,10	30,65	24,64	15,32	2,78	—	—
21. October .	32,22	31,43	28,93	24,14	16,31	5,13	—	—	—
21. November	26,53	25,53	22,30	16,42	7,41	—	—	—	—
21. December	23,63	22,57	19,14	12,90	3,48	—	—	—	—
	12h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
	Nachmittag								

2. Chemische Intensität des directen Sonnenlichtes.

Nachstehende Tabelle enthält die chemischen Wirkungen des Sonnenlichtes auf ein horizontal liegendes Flächenelement; da der Barometerstand fortwährend Schwankungen unterworfen ist, denen man in einer einfachen Tabelle nicht Rechnung tragen kann, so wurde der für Wien giltige mittlere Barometerstand genommen, nämlich 746 Millimeter.

Die chemische Intensität des Sonnenscheins nimmt wohl wesentlich zu, wenn man sich in bedeutende Höhen der Atmosphären erhebt, d. h. wenn der Luftdruck geringer wird; diese Unterschiede sind aber doch nur gering im Vergleich zu den Verschiedenheiten, welche von der geographischen Breite abhängen. So z. B. wäre für die Meereshöhe von Heiligenblut, das einen mittleren Barometerstand von 650 Millimeter hat, die Intensität der Sonne am Mittag des 21. Juni 132, 20. März 23. September 73 und am 21. December 10 Lichtgrade, während die folgende Tabelle für Wien der Reihe nach die Werthe giebt: 117, 62 und 7, so dass die Intensität für Heiligenblut an diesen Tagen um 15, 11 und 3 Lichtgrade grösser ist, als für Wien.

	Vormittag							
	12h	11h	10h	9h	8h	7h	6h	5h
21. Januar	13,27	10,97	5,44	0,80	0,00	—	—	—
20. Februar.	33,54	29,81	20,09	8,27	0,76	0,00	—	—
20. März	62,25	57,64	44,45	26,44	9,18	0,47	0,00	—
21. April	93,29	88,17	73,51	51,96	27,87	8,27	0,25	—
22. Mai	111,77	106,65	91,85	69,52	43,65	19,24	3,50	0,01
22. Juni	117,44	112,36	97,77	75,62	49,26	24,11	6,06	0,12
21. Juli	111,77	106,65	91,85	69,52	43,65	19,24	3,50	0,01
21. August	93,29	88,17	73,51	51,96	27,87	8,27	0,25	—
23. September . . .	62,25	57,64	44,45	26,44	9,18	0,47	0,00	—
21. October	33,54	29,81	20,09	8,27	0,76	0,00	—	—
21. November . . .	13,27	10,97	5,44	0,80	0,00	—	—	—
21. December . . .	7,40	5,81	2,24	0,10	0,00	—	—	—
	12h	1h	2h	2h	4h	5h	6h	7h
	Nachmittag							

Diese Intensitäten unterscheiden sich wesentlich von denen der vorhergehenden Tabelle. Im Sommer ist die chemische Wirkung der Sonne bedeutend kräftiger, als im Winter; zu Mittag am 21. Juni 16 mal grösser als am 21. December, während das blaue Himmelslicht im Juni kaum zweimal so stark wirkt, als im December. Ein auffallender Unterschied liegt auch darin, dass die chemische Wirkung des Sonnenlichtes in den Sommermonaten grösser, in den Wintermonaten dagegen kleiner ist, als die jedesmalige Intensität des blauen Himmelslichtes.

Da das directe Sonnenlicht für die Vergrösserungsphotographie von Bedeutung ist, so sieht man, wie ungünstig in diesem Falle die Wintermonate sind, da im December selbst zu Mittag die Intensität der Sonne (7) nur etwa so gross ist, wie im Juni um 6 Uhr Morgens oder Abends.

Es muss nochmals in Erinnerung gebracht werden, dass diese Verhältnisse ausser Wien nur für die Orte gelten, die mit Wien ungefähr dieselbe geographische Breite und ziemlich dieselbe absolute Meereshöhe haben. Ueberdies haben sie ihre volle Gültigkeit nur für ein horizontales Flächen-

element; für ein verticales gestalten sich die Wirkungen bei allen Sonnenhöhen, die kleiner als 45° sind, günstiger und dies findet während der ganzen Winterzeit statt und ausserdem in den Morgen- und Abendstunden der Sommermonate.

3. Gemeinschaftliche Wirkungen des Sonnen- und Himmelslichtes.

	Vormittag								
	12h	11h	10h	9h	8h	7h	6h	5h	4h
21. Januar	39,80	36,50	27,74	17,22	7,41	—	—	—	—
20. Februar	65,76	61,24	49,02	32,41	17,07	5,13	—	—	—
20. März	98,48	93,41	78,55	57,09	33,82	15,79	2,78	—	—
21. April	131,36	126,07	110,64	87,08	58,86	32,41	14,43	1,64	—
22. Mai	150.07	144,94	129,87	106,37	77,63	47,90	24,12	10,23	—
21. Juni	155,70	150,66	135,94	112,89	84,03	54,17	28,81	13,26	2,07
21. Juli	150,07	144,94	129,87	106,37	77,63	47,90	24,12	10,23	—
21. August	131,36	126,07	110,64	87,08	58,86	32,41	14,43	1,64	—
23. September . .	98,48	93,41	78,55	57,09	33,82	15,79	2,78	—	—
21. October	65,76	61,24	49,02	32,41	17,07	5,13	—	—	—
21. November . . .	39,80	36,50	27,74	17,22	7,41	—	—	—	—
21. December . . .	31,03	28,38	21,38	13,00	3,48	—	—	—	—
	12h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
	Nachmittag								

Diese Tabelle entsteht ganz einfach durch Addition der entsprechenden Zahlen in den zwei vorhergehenden Tabellen; sie giebt also die Summenwirkung des blauen Himmelslichtes und des directen Sonnenlichtes auf ein horizontales Flächenelement, deren Kenntniss besonders für die Landschaftsphotographie erwünscht ist.

Es ist wohl leicht aus den Lichtintensitäten die Expositionszeit im Kopfe zu rechnen, da diese beiden Grössen im verkehrten Verhältnisse stehen, so dass man die Expositionszeit ohne Mühe aus einer der Tabellen, wenn man sie einmal für einen bestimmten Tag und eine bestimmte Stunde für sein Atelier aus der Erfahrung kennt, für jede andere Zeit bestimmen kann.

Schwier berechnete eine Lichtintensitäts-Tabelle für blaues Himmelslicht für Berlin und alle Orte gleicher geographischer Breite, welche aus Vogel's Lehrbuch der Photographie[7]) entnommen ist.

Tabelle der chemischen Lichtstärken für Berlin und alle Orte gleicher geographischer Breite.

	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
21. Januar . .	23,01	21,93	18,64	12,79	2,77	—	—	—	—
21. Februar .	29,95	29,12	26,53	21,65	14,07	2,77	—	—	—
21. März . . .	34,95	34,40	32,62	28,99	23,00	14,30	2,77	—	—
21. April . . .	37,68	37,45	36,55	34,40	30,42	24,05	15,11	2,77	—
21. Mai	38,26	38,19	37,77	36,48	33,69	28,73	21,56	11,95	2,77
21. Juni	38,35	38,28	38,02	37,01	34,59	30,24	23,71	14,65	5,94
21. Juli	38,26	39,19	37,77	36,48	33,69	28,73	21,56	11,95	2,77
21. August . .	37,64	37,41	36,48	34,29	30,24	23,80	14,76	2,77	—
21. September	34,95	34,40	32,62	28,99	23,00	14,30	2,77	—	—
21. October . .	29,63	28,86	26,07	21,28	13,61	2,77	—	—	—
21. November	23,01	21,93	18,64	12,79	2,77	—	—	—	—
21. December	19,74	18,64	15,43	9,21	—	—	—	—	—

7) 2. Auflage. S. 147.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Ich will noch kurz erwähnen, dass die Tabellen für blaues Himmelslicht bei allen Belichtungen im Schatten Geltung haben (Aufnahmen im Atelier, Copiren im Schatten etc.), die für directes Sonnenlicht in jenen Fällen, wo die Sonnenstrahlen durch eine Linse gesammelt und dann photographisch benützt werden (Vergrösserung in der Solar-Camera) und die Tabellen endlich für die Summenwirkung des Himmelslichtes und Sonnenlichtes dort, wo im Freien unter Mitwirkung des Sonnenlichtes gearbeitet wird, also auch das blaue Himmelslicht sich dazugesellt. Hieher gehören alle Belichtungen im Sonnenlicht im gewöhnlich gebrauchten Sinne des Wortes, z. B. Copiren an der Sonne etc.; auch die besonnten Stellen einer Landschaft sind dem combinirten Einfluss beider Lichtarten unterworfen, die im Schatten befindlichen nur dem des blauen Himmelslichtes.

Diese Tabellen geben das ideale chemische Wetter für Wien und Berlin, wie es bei einer nebel- und wolkenlosen Atmosphäre stattfindet. Eigentlich haben alle Zahlenangaben überdies nur dann ihre volle Giltigkeit, wenn das ganze Himmelsgewölbe zur Wirkung kommt, wenn also die photographischen Aufnahmen im Freien gemacht werden. Dessenungeachtet behalten sie aber für jedes Atelier ihre Richtigkeit, da ja in diesem Falle sämmtliche Zahlen proportional abnehmen; dies gilt ganz besonders für die Expositionszeiten, die ohnehin nur Relativzahlen sind. So lange man also in einem und demselben Atelier arbeitet, bleiben die wechselseitigen Verhältnisse der Zahlen unter einander genau dieselben.

Ganz regellos werden aber die chemischen Wirkungen der atmosphärischen Lichtzerstreuung, wenn die Bläue des Himmels durch Nebelschleier oder Wolken getrübt wird.

III. Verhältniss der chemischen Intensität des directen Sonnenlichtes zu der des zerstreuten Himmelslichtes.

Aus der oben gegebenen Holetschek'schen Tabelle ist ersichtlich, dass die Intensität des Sonnenlichtes (richtig gesagt, die Summe des directen Sonnen- und blauen Himmelslichtes) um die Mittagsstunde um das Zweifache (Winter) bis Vierfache (Sommer) grösser als die des zerstreuten Tageslichtes ist, dass gegen Morgen und Abend im Sommer das Sonnenlicht immer noch ungefähr doppelt so stark wirkt, dagegen im Winter zwischen diesem und dem diffusen Lichte nur ein sehr geringer Unterschied besteht.

Diese Zahlen stimmen mit den Angaben der practischen Photographen überein. In der Regel rechnet man für das Copiren im Sonnenlicht drei bis vier mal so viel Zeit als im Schatten. Landschafter exponiren eine direct vom Sonnenlicht beleuchtete Landschaft ungefähr halb so lang, als bei zerstreutem Licht.

Absolut genaue Zahlen über das Verhältniss zur chemischen Intensität des directen Sonnenlichtes zu der des zerstreuten lassen sich nicht geben. Nach Roscoë und Baxendell[8]) ist dieses Verhältniss für eine bestimmte Sonnenhöhe an verschiedenen Orten kein constantes, sondern es wechselt mit der Durchsichtigkeit und andern Zuständen der Atmosphäre.

8) Pogg. Ann. Bd. 128, S. 291.

IV. Die Schwankungen der chemischen Lichtintensitäten bei scheinbar klarem Himmel im Laufe eines Tages und Absorption der actinischen Strahlen in der Atmosphäre.

Die im Vorhergehenden behandelten Gesetzmässigkeiten treten nur bei einer ideal klaren Witterung ein, welche nur äusserst selten vorkommt.

Oft machen sich eigenthümliche Schwankungen in der photographischen Wirkung des Lichtes im Laufe eines ganz wolkenlosen Tages geltend, wo man sie nicht erwarten sollte.

Schon Daguerre hat gefunden, dass ein photographisches Bild bei gleicher Sonnenhöhe Vormittags sich schneller bildet als Nachmittags, also um 11 Uhr schneller als um 1 Uhr[9]).

Diese Angabe wurde durch die photographische Erfahrung während 20 Jahren bestätigt, ohne dass die Ursache der Erscheinung näher bekannt war.

Crookes fand 1856, dass zu allen Jahreszeiten das Spectrum vom Mittag Strahlen von höherer Brechbarkeit enthält, als die Spectra von anderen Stunden des Tages und dass zur Zeit des Sommersolstitiums dieses in einem höheren Grade stattfindet, als in den anderen Jahreszeiten[10]).

Nach Cornu ist das Sonnenspectrum bei gleicher Sonnenhöhe im Winter ausgedehnter, als im Sommer, in Folge des geringeren Wassergehaltes der Atmosphäre[11]).

Roscoë entging diese Unregelmässigkeit nicht und er versuchte das Gesetz des Verlaufes der chemischen Intensität während eines normalen wolkenlosen Tages durch die Gleichung;

$$J_h = J_0 + a\,h$$

auszudrücken, worin J_h die normale Intensität bei der Sonnenhöhe h, J_0 und a zwei Constante bedeuten. Diese Constanten sind aber an jedem Beobachtungsort andere[12]).

Nach Pernter aber lässt sich aus den Beobachtungen Roscoë's und Thorpe's eine Störung dieses regelmässigen Ganges finden und es fand in Lissabon (1865) um 2 Uhr herum an wolkenlosen Tagen regelmässig eine bedeutende Herabdrückung der chemischen Intensität statt, in Catania dagegen (Winter 1870) fiel das Maximum auf 11 Uhr und Mittags: Nachmittags trat eine erhebliche Verminderung der Intensität ein, so dass die Zeiten gleicher Sonnenhöhe Vormittags eine grössere Intensität aufwiesen als Nachmittags.

Janssen fand die Ursache der Abnahme der chemischen Wirkung der Sonne im Lauf des Nachmittags in der Zunahme des Wasserdampfes, der bei höherem Stande der Sonne die Atmosphäre erfüllt und alsdann schwächend, weil absorbirend, auf die chemische Kraft der Sonnenstrahlen wirkt. Insbesondere wird das Ultraviolett stark geschwächt.

Im Allgemeinen ist die Menge des Wasserdampfes in der Atmosphäre kurz nach Mittag am grössten. Da nun von da ab die Sonne selbst sinkt,

9) Phot. Corr. 1877, S. 50.
10) Pogg. Ann. Bd. 97, S. 616. Lumière 1856, S. 21.
11) Beibl. z. d. Ann. Phys. Chem. 1878, S. 339.
12) Z. B.: schwankt J_0 von $-0{\cdot}0199$ (Catania) bis $+0{\cdot}056$ (Parà) und a von 0·0033 (Manchester) bis 0·01229 (Parà). Nach Pernter scheint die Constante a mit der Annäherung an den Aequator zu wachsen.

so sind es zwei Ursachen — nämlich die Menge des Wasserdampfes und der tiefere Stand der Sonne, welche des Nachmittags eine entschiedene Abnahme der photographischen Kraft der Sonne herbeiführen, während am Morgen, da während der Nacht die Dämpfe meistentheils niedergeschlagen sind und die Sonne erst einen relativ kleinen Theil wieder verdampft hat, die photographische Kraft der Sonne nothwendig grösser sein muss[13]).

Die Lichtabsorption der Luft ist wesentlich nach Wild (1868[14]) besonders durch folgende Umstände beeinflusst:

Suspendirter Staub vermindert die Durchsichtigkeit der Luft in einem sehr hohen, die übrigen Umstände durchweg überwiegenden Grade. Ferner verringert auch die Bewegung der Luft, insofern dadurch Schichten von verschiedener Dichtigkeit gebildet werden, oder Staub aufgewirbelt wird, beträchtlich ihre Durchsichtigkeit. Möglichst staubfreie Luft übt eine stärkere Absorption auf das Licht aus, wenn sie mit Wasserdampf nahezu gesättigt ist, als wenn sie trocken ist.

Nach Lecher bewirken auch die Kohlensäure der Luft eine starke atmosphärische Absorption der Sonnenstrahlen[15]).

Nach Roscoë und Thorpe (1870) ist auch die Temperatur der Luft von Einfluss und zwar ist bei gleicher Sonnenhöhe die chemische Intensität des Lichtes um so grösser, je höher die mittlere Temperatur der Luft ist.

H. W. Vogel beobachtete die Wirkung des directen Sonnenspectrums auf Bromsilberplatten (Collodion) zu verschiedenen Tageszeiten. Er constatirte, dass an jedem Tag bei constantem Wetter die chemische Einwirkung mit der Sonnenhöhe stieg, dass aber selbst ganz zarte Dunstschleier äquivalent mit einer Höhendifferenz von 10^0 sein können. Um 7 Uhr früh zeigte sich gewöhnlich eine Wirkung im Indigo und Blau, am kräftigsten bei G, nach F und H hin abnehmend, in der Regel vor diesen Linien verschwindend. Daneben zeigte sich stets eine sehr merkliche Gelbwirkung, am kräftigsten in D, in Orange rasch, nach E langsam abnehmend. Mit vorrückender Tagesstunde wuchs die Intensität im Indigo beträchtlich, weniger im Grün und Gelb, zugleich traten die ultravioletten Strahlen auf. Um Mittag erreichte die chemische Wirkung an allen Stellen die höchste Intensität und nahm Nachmittags in der Regel symmetrisch ab, nur Abends 5 Uhr war meist ein positiver oder negativer Unterschied gegen früh 7 Uhr zu bemerken. An einem Tage zeigte sich eine ganz besonders starke Wirkung in Gelb und geringe in Blau und Violett. Abhängigkeit von Barometer und Psychrometer liess sich nicht nachweisen. Das Wasser in flüssiger zertheilter Form übt den grössten Einfluss auf die Durchsichtigkeit der Luft aus[16]).

Da die Absorption der ultravioletten Strahlen in der Atmosphäre so bedeutend ist, so hoffte Cornu[17]) dadurch, dass er sich zu bedeutenden Höhen erhob, die ultraviolette Grenze des Sonnenspectrums in merklicher Weise hinauszuschieben. Er fand aber bei seinen Versuchen, dass die ultraviolette Grenze des Spectrums sich selbst bei Höhendifferenzen von 1910 m nur in geringem Grade erweitert.

13) Phot. Arch. 1870, 160. Naturforscher III, 1.
14) Pogg. Ann. Bd. 134, S. 568.
15) Wiener Akad. Berichte. 1880.
16) Pogg. Ann. 1875, 156. 319. Jahresber. Chem. 1875, 146.
17) Comptes rendus. Bd. 88, S. 1285; Bd. 59, S. 808. Naturforscher. 1880, Bd. 13, S. 21 u. S. 233.

Cornu fand ferner, dass der Wasserdampf viel weniger absorbirend wirkt, als man es meistens annimmt und dass die Hauptabsorption der ultravioletten Strahlen von der Luftmasse (nicht Wassergehalt!) der Atmosphäre bewirkt werde und demzufolge mit dem Barometerstande zusammenhängen müsse.

Der Gang der chemischen Intensität während des wolkenlosen Tages ist demnach nicht nur von der Sonnenhöhe abhängig, sondern auch von der Feuchtigkeit und allem dem, was die Opalescenz der Atmosphäre beeinflusst.

An den verschiedenen Orten und zu verschiedenen Jahreszeiten scheint es fast zweifellos der Wechsel des Feuchtigkeitszustandes der Luftschichten zu sein, welcher die Intensitäts-Maxima verschiebt, da Vor-, dort Nachmittags die Intensität erniedrigt und auch wohl zu bestimmten Stunden eine besonders hervortretende Herabdrückung derselben bewirkt.

Da bei der Aenderung der chemischen Intensitäten des Lichtes an normalen wolkenlosen Tagen sich Differenzen in der Regelmässigkeit wahrnehmen lassen, so müssen selbe vom Wassergehalt, Feuchtigkeitszustande der Luftschicht, dem dadurch bedingten variablen Zerstreuungsvermögen für Licht etc. sich ergeben.

Da, wo trockene Nordost-Winde vorherrschen und die hohe Temperatur der Verdichtung des Wasserdampfes gerade entgegenwirkt, werden grössere Intensitäten sich ergeben. In den nördlicheren, von feuchten Südwest- und Westwinden beherrschten Regionen, wo übrigens die Temperatur auch niedriger ist, wird das Gegentheil eintreten.

V. Einfluss der Bewölkung auf die chemische Intensität des Tageslichtes.

Welchen Einfluss hat die Bewölkung auf die chemische Intensität des Tageslichtes?

Diese Frage ist nicht leicht zu beantworten, da ja der gleiche Grad der Bewölkung einen sehr verschiedenartigen Einfluss ausüben kann, je nach der Dicke und Dichte der Wolkenschichten, der Färbung, der Form und besonders der Lage der Wolken gegen die Sonne.

Roscoë wies schon 1863 und 1864 nach, dass Nebel und Wolken, die chemische Wirkung des Sonnenlichtes weit bedeutender schwächen, als man es nach unseren menschlichen Lichtempfindungen glauben sollte; schon ganz zarte Nebel üben eine mächtige absorbirende Wirkung auf die chemischen Strahlen aus, wenn das Auge noch keine reine Lichtverminderung bemerkte. So z. B. betrug am 18. März die Intensität nur $^1/_{25}$ von derjenigen, welche sonst zu dieser Zeit bei heiterem Himmel stattfand; die Ursache war ein kaum bemerklicher dünner Nebelschleier vor der Sonne. Weniger auffallend war die Wirkung eines Nebelschleiers vom 28. September 1864, wo die Intensität so geschwächt wurde, dass sie $^1/_4$ der normalen betrug. Als der Nebel im Verschwinden war und die Sonne durchblickte, stieg die Intensität zwar etwas, erreichte aber nur den dritten Theil der normalen[18]). Nach Roscoë sind Fälle genug bekannt, in welchen binnen 15 Minuten die Intensität ums Doppelte stieg oder sank.

Es kann aber auch mitunter ein theilweise bewölkter Himmel intensiver wirken, als ein rein blauer. Bunsen fand einmal, dass ein leichter Wolken-

18) Phot.-Corresp. 1877. S. 64.

schleier das Beleuchtungsvermögen des zur Beobachtung verwendeten Himmelsstückes um mehr als das Vierfache erhöhen kann [19]).

So beherrschen die Wolken als mächtige Schirme oder Reflectoren die Zufuhr des Lichtes.

Oft ist bei einem feinen Siebregen das zerstreute Tageslicht so hell, dass in einer Landschaft Licht- und Schattenseiten deutlich hervortreten; gewöhnlich aber ist die Reflexbeleuchtung auf der Schattenseite so hell, wie die Beleuchtung der sonst richtigen Lichtseite (Krone [20]).

Im Allgemeinen rechnet man für photographische Aufnahmen bei trübem Wetter ungefähr die dreifache Exposition, als im zerstreuten Licht bei klarem Himmel.

Stelling rückte der Lösung der Frage über den Einfluss der Bewölkung auf die chemische Intensität der Wirkung näher (1878), indem er sich die Aufgabe in drei Theile theilte: 1) Einfluss der theilweisen Bewölkung bei hellem Sonnenschein; 2) Einfluss der theilweisen Bewölkung, Sonne hinter den Wolken verborgen; 3) Einfluss des vollkommen bedeckten, eintönig grauen Himmels.

Es ergab sich das merkwürdige Resultat, dass eine theilweise Bewölkung wenig Einfluss auf die Gesammtintensität des Lichtes übte, wenn die Sonne selbst frei schien; der Einfluss machte sich bald als eine kleine Intensitätsvermehrung, bald als eine kleine Verminderung bemerkbar.

Die Bedeckung der Sonne und theilweise Bewölkung des Himmels bringt immer eine Erniedrigung der Intensität und zwar von 14—40 %, im Mittel von 30 % mit sich. Je höher die Sonne steht, desto tiefer ist die Erniedrigung der Intensität.

Durch einen vollkommen bedeckten, eintönig grauen Himmel wird die Intensität um mehr als die Hälfte, ja sogar um 75 % geschwächt. Im Allgemeinen sinkt die Intensität am meisten, wenn sich zu eintönig grauer Bewölkung noch Nebel oder Niederschläge gesellen (Verlust bis 89 %).

Eigenthümlich ist es, dass die Maxima der Lichtintensität nicht immer mit den klarsten Tagen zusammenfallen, was man erwarten möchte (Stelling).

VI. Schwankungen der chemischen Lichtintensitäten im Laufe des Jahres und an verschiedenen Orten.

Ebenso wie während eines Tages selbst bei scheinbar klarem Himmel die Intensität der chemischen Strahlen unregelmässig steigt und fällt, so machen sich im monatlichen Gang der Intensität während des Jahres Abnormitäten geltend, welche um so grösser scheinen, als hierbei der Einfluss der Bewölkung den Einfluss aufspart. Dies gilt namentlich für die Beobachtungen Marchands, weil er bei seiner Methode (s. u.) die Summe der täglichen Lichtwirkung erhielt, ohne Rücksicht auf die Klarheit oder Trübe des Himmels.

Die chemische Intensität schwankt nach Roscoë im Laufe des Jahres sogar um das 153fache; es ist das eine so enorme Schwankung, wie wir sie bei der Temperatur nicht im entferntesten vorfinden.

Die Lichtintensität zu Fécamp für die einzelnen Monate des Jahres nimmt nach Marchands 11jährigen Beobachtungen folgenden Verlauf:

19) Pogg. Ann. Bd. 108. S. 237.
20) Phot.-Corresp. 1872. S. 170.

	Mittel		Mittel
Januar	1,84	Juli	21,49
Februar	3,98	August	18,93
März	6,44	September	13,60
April	14,09	October	6,90
Mai	18,11	November	2,90
Juni	21,04	December	1,74

Aus Marchands Beobachtungen geht hervor, dass die Intensität zu Fécamp nach dem Sommersolstitium bedeutend höher ist, als vor demselben in gleichen Distanzen von der letzten Dekade des Juni und dass das Maximum in den Monat Juli fällt und der August eine höhere Intensität aufweist als der Mai. Das Minimum fällt auf den Januar.

In Kew ist der monatliche Gang der chemischen Intensität (1865 bis 1867) im Mittel folgender[21]):

Januar	14,5	Juli	110,6
Februar	23,0	August	91,7
März	32,5	September	88,5
April	75,1	October	26,9
Mai	98,8	November	16,7
Juni	87,3	December	10,0

Auch hier fällt das Maximum auf den Juli und August und September behaupten das Uebergewicht gegen Mai und April.

Als Monatsmittel der chemischen Intensität des Lichtes in Petersburg für 1 Uhr Nachmittags (1874—1875) giebt Stelling folgende Tabelle, in welcher eine andere Einheit, als in jeder der beiden vorigen angenommen ist:

Januar	0,027	Juli	0,227
Februar	0,064	August	— —
März	0,120	September	— —
April	0,163	October	— —
Mai	0,277	November	0,035
Juni	0,292	December	0,017

Für die chemische Lichtwirkung an Orten von verschiedenen Breitegraden, für eine Stunde als Zeiteinheit und zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche giebt Marchand folgende Tabelle:

Breite	Summe der chem. Wirkung	Breite	Summe der chem. Wirkung
0	43,836	50	20,390
10	41,522	60	14,770
20	37,178	70	9,458
30	31,826	80	4,544
40	26,170	90	0,071

Oft machen sich bedeutende Schwankungen der chemischen Intensität des Lichtes bei gleichen Sonnenhöhen in verschiedenen Orten geltend, wie dies namentlich aus den späteren Untersuchungen Roscoë's hervorgeht. — Er fand z. B. für folgende Orte von gleicher Sonnenhöhe nachstehende chemische Intensitäten (auf Chlorsilberpapier) des zerstreuten Tageslichtes[22]):

21) Mit dem Pendelphotometer und auf eine andere Einheit bezogen als die vorige.

22) Pogg. Ann. Bd. 128, S. 296. Vogel's Lehrbuch der Photographie.

Sonnenhöhe	Heidelberg	Cheetham Hill	Owens College
20°	0,33	0,19	0,10
25°	0,480	0,20	0,11
30°	0,650	0,23	
35°	0,820	0,26	
40°	1,00		
50°	1,37		
60°	1,60		

Wortley[23]) stellte gelegentlich einer Reise folgende nach seinen photographischen Versuchen und Actinometerproben ermittelten, (wohl nur approximativ richtigen) relativen Zahlen über die chemische Kraft des Lichtes (auf Silberverbindungen) auf:

Zur See, 28 S. Stiller Ocean	1000
Zur See, 42 S. Atlantischer Ocean . . .	970
Tahiti, früh Morgens	950
Zur See, 16. S.	950
Zur See, 21. N.	900
San Francisco	870
Höhe von Sierra Nevada	820
Virginia	800
Sydney	800
Melbourne	800
Niagara-Fall	780
England	750

Weiteres über Beleuchtungsverhältnisse und davon abhängige Dauer der Exposition s. Capitel Exposition.

VII. Abnorme Fälle von Unschärfe durch wallende Bewegung der Atmosphäre. — Photographie einer Luftspiegelung.

Die erhitzte Luft verursacht durch ihre wallende Bewegung häufig ganz unscharfe Bilder — eine dem Astronomen wohlbekannte Erscheinung.

Man hat beobachtet, dass z. B. ein Getreidefeld zur Mittagszeit im Hochsommer durch die lebhafte Bewegung der durch die Sonne erhitzten Luft Erscheinungen der Unschärfe im Bilde veranlasste[24]). Aehnliches verursacht auch die von einem brennenden Feuer aufsteigende Luft.

Ein eigenthümlicher Fall von Unschärfe im Negativ, welche durch warme Luftströmungen bewirkt wird, ist bei einer Aufnahme im Innern eines der Schiffe des Cölner Domes beobachtet worden. Das Bild war überall ganz scharf, ausgenommen an einer gewissen weissen Stelle, die sich zufälliger Weise in der Mitte des Schiffes befand; daselbst waren alle einzelnen Gegenstände unscharf. Der Grund lag darin, dass eines der grossen gemalten Fenster während der Exposition geöffnet war und durch dasselbe die Sonne eintrat; dadurch gerieth die Luft im Innern des kühlen Domes in Bewegung und veranlasste diese Erscheinung[25]).

Eine ähnliche Unschärfe des Bildes zeigte sich in einer Landschaft, und es fand sich später, dass an der betreffenden Stelle kurz vor der Aufnahme heisse Schlacken aus einem Hochofen hingeworfen waren[25]).

23) Brit. Journ. Almanac. 1881.
24) Krone, Helios. 1870. Bd. 1, S. 137.
25) Phot. Archiv. 1871. Bd. 11, S. 244.

Man hat auch absichtlich durch künstliche Mittel die Atmosphäre von einem aufzunehmenden Porträt in zitternde Bewegung gebracht, in der Absicht, weiche Porträts, welche man dann Vibrotypen nannte, herzustellen. Kurtz erzielte diesen Effect, indem er 8—10 Bunsen'sche Gasbrenner vor und unter die Linse stellte und das Porträt durch eine Schicht heisser Luft aufnahm; dadurch vibrirten die Linien, ohne die Conturen zu ändern[26]). Hartmann brachte die Luftvibration durch eine vor das Objectiv angebrachte, in einer Rinne von 6 Zoll Länge brennende Spiritusflamme; die Bilder erhalten eine leise Unschärfe. Prümm hält dafür, dass diese Unschärfe den Bildern nicht zum Nachtheil, doch auch nicht wesentlich zum Vortheil gereiche. Reichardt erhielt bei einer Spirituslampe aber eine solche Unschärfe, dass die Bilder gänzlich unbrauchbar waren[27]).

Hier soll auch die Photographie einer Luftspiegelung erwähnt werden. Symons photographirte die Kirche zu Tenby; auf einem der Negative bemerkte man einen undeutlichen Streifen unter dem Wetterhahn des Thurmes; in gewöhnlicher Stellung weiss man nicht, was man aus dem Streifen machen soll; stellt man jedoch das Bild auf den Kopf, so erkennt man ganz deutlich ein Boot von 1 Zoll Länge mit Fahnen und Segel. Es ist festgestellt, dass um die Zeit, als die Aufnahme geschah, ein von dem Pembroke Dock frisch vom Stapel gelassenes Kanonenboot sich auf dem Wasser befand. Symons ist als der Erste zu betrachten, welcher das märchenhafte Phänomen der Luftspiegelung photographirt hat[28]).

26) Phot. Mittheil. 1880. Bd. 17. S. 55.
27) Phot. Mittheil. Bd. 17. S. 187.
28) Phot. Mittheil. Bd. 16. S. 151.

SIEBENTES CAPITEL.

PHOTOGRAPHIE VON SONNE, MOND UND STERNEN.

I. Wirkung des directen Sonnen- und Mondlichtes.

Das directe Licht der Sonne wirkt, wie in den vorhergehenden Capiteln näher ausgeführt wurde, ungemein lebhaft auf photographische Präparate ein. Es übertrifft an photochemischer Wirksamkeit das Licht aller bis jetzt bekannten Lichtquellen und höchstens mit dem intensiven Licht mächtiger dynamo-electrischer Maschinen lassen sich Zersetzungen einleiten, deren Energie jenen nahekommt, welche die directen Sonnenstrahlen bewirken. Ausnahmsweise wirkt das electrische Licht sogar energischer auf gewisse Jodwasserstoff-Lösungen als Sonnenlicht (s. Cap. VIII.).

Viele Substanzen, welche wenig lichtempfindlich sind, zeigen häufig nur im directen Sonnenlicht deutliche photochemische Zersetzungen und bei gewissen photographischen Copirprocessen ist directes Sonnenlicht fast unentbehrlich. In wieweit das zerstreute Tageslicht zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten weniger wirksam als das Sonnenlicht ist, wurde im VI. Capitel S. 84 erörtert.

Die bedeutende Energie des Sonnenlichtes macht es andererseits wieder schwierig, mit sehr empfindlichen photographischen Platten die richtige Exposition zu treffen, weil ein Zuviel in der Belichtung das normale photographische Bild wieder zerstört (s. Solarisation).

Die Dauer der Exposition bei einer directen Photographie der Sonne auf nassen Platten ist natürlich verschieden lang, je nach der Oeffnung des Objectivs, des Fernrohres und der Empfindlichkeit der Präparate. Lohse exponirte im Fernrohr auf Fothergill-Trockenplatten 0,005 bis 0,008 Secunden [1]).

Janssen brauchte mit Bromsilbergelatine-Platten nur ungefähr 0,0002 Secunden und bei einer Verlängerung der Exposition auf $^1/_2$ bis 1 Secunde trat schon Solarisation ein [2]).

Die Entdeckung, dass auch dem Mondlicht eine chemische Wirksamkeit zukommt, machte zuerst Vasalli 1792, indem er beobachtete, dass das

1) Unter Anderem haben Trockenplatten den Vortheil, dass sie keine Dämpfe von Aether-Alkohol entwickeln, welche die Schärfe des Bildes im Fernrohre beeinträchtigen. (Stein, Das Licht. 1877. S. 169.)

2) Compt. rendus. Juni 1880.

durch eine Sammellinse concentrirte Mondlicht ebenfalls das Chlorsilber dunkler färbt[3]; jedoch wurde seine Angabe mehrfach angezweifelt.

Kurz nach der Entdeckung der Daguerreotypie war es ein Leichtes, die photographische Wirkung des Mondlichtes nachzuweisen, wie dies z. B. durch die Beobachtungen Moser's geschah[4].

Niepce fand 1850 bei seinen Sonnen- und Mondphotographien, dass die leuchtenden Himmelskörper auf die Photographie im Allgemeinen die Abstufungen von Licht und Schatten zeigen, welche wir mit dem Auge beurtheilen können, ja dass dasselbe sogar über die Intensität des Lichtes in manchen Fällen einen Schluss gestattet, wo das Urtheil des Auges nicht direct ausreicht[5]. Auch Porro 1851[6] und Secchi 1851[7] nahmen die Sonne photographisch zu verschiedenen Zeiten und mit verschiedenen Hilfsmitteln auf, und fanden, dass eine Zunahme der Lichtintensität nach der Mitte der Sonnenscheibe sich erkennen lässt.

Die ersten gelungenen Mondphotographien lieferte 1850 Whipple, Bond[8] und Jones[9]. Die Letzteren lieferten sehr vollkommene Daguerreotypen des Mondes in einer seiner Quadraturen.

Besonders wichtig sind die Mondaufnahmen Warren de la Rue's (1852), bei welchen das Bild mittelst eines Reflexionsteleskopes von 13 Zoll Oeffnung und 10 Fuss Brennweite in 10 bis 30 Secunden aufgenommen wurde.

Später beschäftigten sich in England Phillips und Bates im Jahre 1853, Hartnup, J. A. Forrest und Crookes im Jahre 1854, Fry und Howells im Jahre 1855 und der berühmte Spectralanalytiker Astronom Huggins im Jahre 1856 mit der photographischen Darstellung der Himmelskörper.

Die bedeutendsten Mondphotographien lieferte aber Rutherfurd in New-York, welcher in der Zeit des Vollmondes nur 2 bis 5 Secunden, im ersten und dritten Viertel 20 bis 30 Secunden Exposition nöthig hatte (nasses Verfahren[10]).

Fry musste für Halbmond 12 Secunden, für aufnehmenden Mond, 4 Tage alt, 45 Secunden belichten, wenn er bei Vollmond in 1 bis 3 Secunden ein gutes Bild erhielt[11].

Um eine Mondphotographie mit einem photographischen Objectiv aufzunehmen (Rectilinearlinse), exponirt man in einer klaren Winternacht mit nassen Collodionplatten ungefähr 2 Secunden[12].

Janssen gelang 1880 die Photographie jenes aschfarbig erleuchteten Theiles des Mondes, welcher sein Licht von der Erde erhält. Dies Bild wurde auf Bromsilbergelatine mit einem Telescope von $^1/_2$ m Durchmesser und sehr kurzem Focus mit 60 Secunden Exposition hergestellt[13].

3) Eder, Geschichte d. Photochemie. Phot. Corresp. 1881. S. 130.
4) Poggendorff, Annal. Bd. 57, S. 23.
5) Comptes rendus. Bd. 30, S. 709.
6) Comptes rendus. Bd. 33, S. 128.
7) Comptes rendus. Bd. 33, S. 285.
8) Comptes rendus. Bd. 32, S. 912. Daguerreian Journ. 1851. Bd. 1, S. 13.
9) Athenaeum. 1851. S. 716.
10) Nähere Angaben über die zur Astro-Photographie benutzten Apparate s. Stein, Das Licht im Dienste der Wissenschaft.
11) Kreutzer, Zeitschr. Phot. 1863. Bd. 7, S. 8 aus Phot. Journal. Bd. 7, S. 80.
12) Harmer, Yearbook of Phot. 1879. S. 70.
13) Compt. rend. Bd. 92. S. 496.

Nach Simpson wirkt direct auffallendes Mondlicht so kräftig auf nasse Collodionplatten, dass er sogar bei Mondlicht Negative auf's Doppelte vergrösserte, mit einer Exposition von $^1/_2$ Stunde. Jarman copirte auf Bromsilber-Gelatine nach einem Negative ein Diapositiv in $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ Minuten[14]) und Young sogar in nur 1 Minute[15]).

II. Photographie von Mondlandschaften.

Die Möglichkeit Photographien von Landschaften, welche durch Mondlicht beleuchtet sind, aufzunehmen, wurde früher öfters bezweifelt.

Breeze stellte zuerst in der Londoner Weltausstellung von 1862 Mondscheinbilder nach einer weissen Statue aus. Auf nassen Platten dauerte angeblich die Exposition 17 Minuten. Ogier in New-Yersey machte 1870 derartige Bilder und zwar war der Gegenstand eine Strandparthie mit Klippen, deren Umrisse neben dem Wiederschein des Mondlichtes im Wasser ziemlich deutlich wiedergegeben waren[16]).

Ueber die photographische Aufnahme von Mondlandschaften in der Camera mit nassen Platten machte auch Krone Versuche[17]).

Nach Krone wirkt das mittlere zerstreute Tageslicht in Dresden im December oder Januar zur Mittagszeit ungefähr ebenso stark auf Jodbromtrockenplatten als ein Magnesiumlicht (in einer Hohlspiegellampe verbrannt; Dicke?) in einer Distanz von 2 Meter. In einer Vollmond-Winternacht wirkt Mondlicht 6000 mal schwächer als Magnesiumlicht. „Somit verhält sich die photographische Intensität des Mondlichtes unter den bezeichneten Verhältnissen zur mittleren Intensität des winterlichen zerstreuten Tageslichtes oder des erwähnten Magnesiumlichtes wie 1 : 6000. Für eine nasse Collodionplatte muss eine Vollmondlandschaft mindestens 10 Minuten belichtet werden, wenn bei zerstreutem Tageslicht 0,1 Secunde genügt."

Die Schwierigkeiten bei der Aufnahme von Landschaften, welche durch Mondlicht erhellt sind, wurden wesentlich verringert durch die Einführung des Bromsilbergelatine-Verfahrens. Photographische Ansichten von Mondlandschaften sind gegenwärtig keine Seltenheit mehr und namentlich in England wurden mit Porträtobjectiven derartige Ansichten mehrfach aufgenommen. Sehr günstig ist es aber, nur in ganz hellen Mondnächten zu arbeiten und helle Gebäude mit weissen Wänden als Vordergrund zu wählen.

Cussons und Comp. erhielten in einer sehr hellen Vollmondlandschaft im October mittelst einer Portraitlinse das Bild eines Gebäudes in $^1/_2$ Stunde[18]). Andere mussten aber länger belichten. Holmers erhielt eine hellbeleuchtete Mondlandschaft erst nach 1 Stunde und 20 Minuten Exposition[19]). Henderson exponirte mit einem Steinheil'schen Aplanat (2. Blende) auf mit gekochter Emulsion präparirten Platten 7 Stunden[20]), Burton brauchte mit einer Porträtlinse sogar 8 Stunden[21]) und schätzt, dass eine Mondlandschaft 300000 bis 3000000 länger als eine Sonnenlandschaft belichtet werden muss[22]).

14) Phot. News. 1881. S. 68 und 1876. S. 537.
15) Phot. Mittheil. Bd. 15, S. 284.
16) Vogel, Photograph. Mitth. 1870.
17) Photogr. Archiv 1872. S. 112.
18) Phot. News. 1880. S. 570 und 610; 1881. S. 12.
19) Phot. News. 1881. S. 46.
20) Phot. News. 1881. S. 21.
21) Phot. News. 1881. S. 622.
22) Phot. News. 1880. S. 593.

Dunmore erhielt ein harmonisches und reiches Mondlicht-Bild auf Bromsilber-Gelatine durch eine Exposition von 7 Uhr Abends bis Mitternacht. Es war dies eine Vorstadtansicht mit tief verschneiten Häusern und Gärten, im Vordergrunde eine Pappel, im Hintergrunde ein Kirchthurm[23]).

III. Photographie der Planeten und Fixsterne.

Die Planeten geben deutliche Photographien.

Jupiter mit seinen Bändern, Saturn mit seinem Ringe und Mars mit seiner unregelmässigen Oberfläche haben, besonders die beiden ersten, sehr schöne Bilder in einer (etwas verschiedenen) Zeit von einigen Secunden gegeben. Warren de la Rue, der mit einem seltenen Fleisse diese Untersuchungen verfolgt hat, ist noch weiter gegangen und hat stereoskopische Abbildungen von diesen Planeten erhalten.

Das Licht der Fixsterne wirkt viel stärker, als das der Planeten auf photographische Platten ein, so dass dieses Verhalten allein schon einen wesentlichen Unterschied dieser Gestirne ausmacht.

Da die Fixsterne eine in kleinen Beobachtungszeiten unmerkliche Bewegung haben, ihre Lichtstärke aber schon beträchtlich ist, geben sie auf photographischen Platten in wenig Sekunden schon ein Bild, die Sterne der beiden ersten Grössen fast augenblicklich.

Sie erscheinen als kleine schwarze Punkte in der Platte, welche mittelst eines Mikroskopes aufgesucht werden müssen. Warren de la Rue, Bond, Rutherfurd, Schultz-Sellack photographirten die Fixsterne.

Rutherfurd hat Sterne bis zur neunten Grösse photographisch dargestellt, Erscheinungen am Himmelsgewölbe, welche das unbewaffnete Auge niemals zu erreichen vermag. In dem Sternhaufen Praesepe hat derselbe auf einem Quadratzoll bei einer Expositionszeit von 3 Minuten 23 Sterne aufgenommen, von welchen einige neunter Grösse sind. In einer Secunde erhielt er eine sehr gute Photographie des Castor, welchen Stern er einmal sogar in einer halben Secunde auf die Platte zu photographiren im Stande war. Rutherfurd behauptete, mit seinem Objectiv von $11^1/_4$ Zoll Oeffnung alle Objecte, die man am Himmel sehen kann, vorausgesetzt, dass keine atmosphärischen Hindernisse die Lichtwirkung beeinträchtigen, aufnehmen zu können.

Bond und Whipple nahmen 1850 die Lyra um 11 Uhr Nachts in 30 Secunden mit dem grossen Refractor auf[24]).

Huggins photographirte 1880 auf Bromsilbergelatine-Platten sogar die sehr lichtschwachen Spectren der Sterne[25]).

IV. Photographie der Nebelflecken und Kometen.

Die Nebelflecken trotzten wegen ihrer Lichtschwäche bis in die neueste Zeit den Anstrengungen, sie zu photographiren. Durch die Anwendung von sehr empfindlichen Bromsilbergelatine-Platten gelang es Draper in New-York im October 1880 den Orionnebel bei 50 Minuten Exposition zu photo-

23) Phot. Mitth. 1881. Bd. 18, S. 78.
24) La Daguerreian Journal. 1851. Bd. 1, S. 13.
25) Phot. News. 1880. S. 99. 111. Mit Abbildung.

graphiren[26]) und auch Janssen legte 1881 der Pariser Academie verschiedene Photographien der Nebelflecken des Orion vor[27]).

Der Donat'sche Komet vom Jahre 1858 soll in 7 Secunden ein photographisches Bild gegeben haben, wogegen Horn selbst nach 3 Minuten mit dem lichtstärksten Porträtobjectiv auf nassen Gollodionplatten von diesem Kometen kein Bild erhielt[28]) und Warren de la Rue hatte von dem Kometen vom Jahre 1861 selbst nach 15 Minuten keine Photographie erhalten, obschon die Fixsterne schon nach 2 Minuten auf der Platte ganz gut erschienen waren.

Nach Whipple war die photographische Lichtkraft des Kometen von 1861 tausend mal geringer, als jene der Fixsterne dritter oder vierter Ordnung[29]).

Trotz der Lichtschwäche der Kometen gelang es Lockyer, den Kometen vom Juli 1874 im Fernrohr in 2 Minuten zu photographiren[30]).

Die hohe Empfindlichkeit der Gelatineplatten ermöglichte den wenig hellen Kometen von 1881 zu photographiren und zwar erhielt Draper in New-York in 17 Minuten ein Bild desselben[31]) und Huggins bekam bei 1 Stunde Exposition sogar die Photographie des Spectrums desselben[32]).

Der Komet 1881 hatte eine relativ geringe photographische Wirksamkeit, indem er dem Auge hell wie ein Stern 1. Grösse erschien, aber auf die photographische Platte nach Janssen[33]) nur wie ein Stern 5. Grösse wirkte.

26) Compt. rend. Bd. 91, S. 688.
27) Compt. rend. Bd. 92, S. 261. Beibl. Annal. Phys. Chem. 1881. S. 362.
28) Horn's Phot. Jour. 1861. Bd. 16, S. 72.
29) Revue Photographique 1861. S. 243.
30) Phot. Mittheil. Bd. 11, S. 130.
31) Phot. News. 1881. S. 312.
32) Phot. News. 1881. S. 324.
33) Phot. News. 1881. S. 324.

Zweites Heft:

Die Photographie bei künstlichem Licht und die Photometrie der chemisch wirksamen Strahlen.

„So viel ist nun klar, dass das Licht unserer Verbrennungsprocesse dem Chlorsilber dieselbe Farbe mittheilt, wie das Sonnenlicht, nur zeigt sich der Unterschied, dass das erstere längere Zeit braucht und keine so dunkle Farbe hervorbringt, wie das letztere.“

Vasalli. 1792.

(Mémoires de l'Academie royale de Turin. 1793. S. 186.)

„Sobald das Licht auf die dephlogistisirte Salzsäure wirkt, zersetzt es sie... Da nun aber diese Zersetzung nach und nach geschieht und ihre Geschwindigkeit mit gewisser Einschränkung mit der Intensität des Lichtes im Verhältniss steht, so hatte ich 1787 den Einfall... den Versuch zu machen, ob die Menge des Sauerstoffs, den das Licht in einer gewissen Zeit entwickelt, nicht als eine Art von Photometer oder ein Mass der Lichtwirkung angesehen werden könne.

Saussure. 1790.

(Mémoires de l'Academie royale de Turin. Bd. 4, S. 441.)

ACHTES CAPITEL.

DIE PHOTOGRAPHIE BEI KÜNSTLICHEM LICHT.

Literatur:

Stein, Das Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung. 1877. — Becquerel, La lumière. 1868. — Muspratt, Encyclopädisches Handbuch der technischen Chemie. 1877. Bd. 4. — Bollay, Das Beleuchtungswesen. — Vierordt, Anwendung der Spectralanalyse zur Messung und Vergleichung der Stärke des farbigen Lichtes. 1871. — Vierordt, Anwendung der Spectralanalyse zur Photometrie. 1877. — Vierordt, Quantitative Spectralanalyse. 1877. — Bunsen und Roscoë, Poggendorff's Annalen der Phys. 1859. Bd. 108, S. 266. — Nadar (Aufnahmen bei electrischem Licht), Kreutzer's Zeitschrift f. Photographie. 1861. Bd. 3, S. 212; 1863. Bd. 7, S. 5 und 48. — H. W. Vogel (Electrisches Licht, Magnesiumlicht und Sell'sche Lampe), Photographische Mittheilungen. Bd. 11, S. 232; Bd. 16, S. 187; Bd. 18, S. 216. — Sell (Stickoxyd-Schwefelkohlenstoff-Licht). Comptes rendus. Bd. 59, S. 1078; Dingler's Polytechn. Journal. Bd. 214, S. 483; Fortschritte der Physik. 1874. S. 602.

I. Verschiedene Helligkeit künstlicher Lichtquellen in optischer und photographischer Beziehung.

A. Optische Helligkeit.

Die verschiedenen zu Beleuchtungszwecken dienenden Lichtquellen geben Licht von sehr verschiedenen Helligkeitsgraden und beleuchten demgemäss die Gegenstände für das menschliche Auge mehr oder weniger hell. Wenn man von hellem oder grellem Lichte spricht, so ist solches gemeint, welches dem menschlichen Auge hell, d. i. „optisch hell", erscheint. Da hierbei wesentlich die physiologische Beschaffenheit des Auges in Betracht kommt, so spricht man auch von einer „physiologischen Leuchtkraft" der Lichtquellen, im Gegensatz zu der „chemischen oder photographischen".

Eine Uebersicht über die optische Helligkeit verschiedener Lichtquellen mögen folgende Tabellen geben, welche nach den Angaben von Bunsen, Roscoë, Pohl, Marx, Tieftrunk u. A. zusammengestellt sind:

	Helligkeit in Kerzen.
Licht einer electromagnetischen Maschine . .	1300 — 6000 und darüber
„ von 40 Grove'schen Elementen . . .	362
„ von 48 Bunsen'schen Elementen . . .	576 (häufig geringer)
Kalklicht aus Sauerstoff und Leuchtgas bei gewöhnlichem Druck	23 — 90

	Helligkeit in Kerzen.
Kalklicht unter $3^1/_2$ Atmosphären Druck	790
Magnesiumlicht, mittelst Draht von 0,297 mm Durchmesser	74
„ von stärkerem Draht	100 — 200
Oellampe	11
„ mit Sauerstoff angefacht	60
Leuchtgasflamme im Fischschwanzbrenner	6 — 10
„ im Argandbrenner	16 — 17
Petroleumflamme	3 — 4
Normalwachs- oder Paraffinkerze	1
Talgkerze	0,7 — 0,9

Wie wenig hell die meisten Arten von künstlichem Lichte sind, zeigt am deutlichsten die Vergleichung mit dem Sonnenlichte, welches nach Bouguer die Helligkeit von 62 177 Wachskerzen hat, während das Licht des Vollmondes nur $^1/_{600000}$ bis $^1/_{300000}$ von jenem der Sonne zeigt.

B. Verschiedenheit zwischen optischer Helligkeit und photographischer Wirksamkeit.

Bei Versuchen, Photographien bei künstlichem Lichte herzustellen, ergibt sich, dass manches unserem Auge sehr hell erscheinende Licht auf photographische Platten oder sonstige lichtempfindliche Präparate sehr wenig oder gar nicht einwirkt. Dagegen sind manche blassblaue Flammen von bedeutender photochemischer Wirkung, und eignen sich daher zur Beleuchtung von Gegenständen, welche photographirt werden sollen, sehr gut. Man sagt, solche Lichtquellen geben eine bedeutende „chemische Beleuchtung“ oder sie haben eine grosse „chemische oder photographische Leuchtkraft“.

Bunsen und Roscoë wenden in ihren Abhandlungen den Ausdruck „chemische Beleuchtung“, „chemische Leuchtkraft“, „chemische Helligkeit“, „chemischer Glanz“ in einem ganz bestimmten Sinne an. Unter chemischer Beleuchtung verstehen sie die Menge chemisch wirksamen Lichtes, welche senkrecht auf eine Ebene fällt. Die chemische Leuchtkraft verschiedener als Punkte zu betrachtender Lichtquellen wird nach Bunsen und Roscoë gemessen durch die chemische Wirkung, welche die Strahlen derselben zu gleichen Zeiten und gleichen Entfernungen ausüben. Mit chemischer Helligkeit oder chemischem Glanz wird bezeichnet die senkrecht von einer leuchtenden Fläche auf ein Flächenelement auffallende photochemisch gemessene Lichtmenge, dividirt durch die scheinbare Grösse der leuchtenden Fläche.

Zöllner[1]) versteht mit dem Worte „Intensität“ oder „Leuchtkraft“ eine Zahl, welche die von der Flächeneinheit ausgesandte Lichtmenge eines selbstleuchtenden oder beleuchteten Körpers als Vielfaches einer bestimmten als Einheit angenommenen Lichtmenge ausdrückt.

Darauf, dass die chemische Wirksamkeit eines Lichtes und dessen optische Helligkeit durchaus nicht proportional sind, machten schon Fizeau

1) Zöllner, Wissenschaftliche Abhandlungen. 1881. 4. Bd., S. 561. Zuerst in Poggend. Annal. 1866. Bd. 128 erschienen.

und Foucault 1844[2]) gelegentlich ihrer vergleichenden Untersuchungen über electrisches Licht, Kalk- und Sonnenlicht aufmerksam.

Babo sprach in der Mitte der fünfziger Jahre aus, dass „die Menge der chemisch wirkenden Strahlen des blassblauen Schwefelkohlenstoff-Stickoxydlichtes in keinem Verhältniss zu ihrer (physiologischen) Lichtstärke steht“ und dass diese dem Auge ganz schwach erscheinende Flamme eine ausserordentlich grössere photographische Wirksamkeit zeigt, als die helle Leuchtgasflamme[3]).

In Sauerstoff verbrennendes Leuchtgas, Petroleum etc. gibt ein sehr glänzendes aber trotzdem photographisch nicht sehr wirksames Licht.

Sehr deutlich wird der Unterschied zwischen optischer Helligkeit und chemischer Wirksamkeit zweier Flammen durch die Versuche Bunsen's und Roscoë's (1859) nachgewiesen. Sie fanden, dass eine gewöhnliche Leuchtgasflamme (Steinkohlengas) fast 200 mal heller dem Auge erscheint, als die blassblaue Kohlenoxydflamme, dagegen wirkt die erstere auf Chlorknallgas doch nur 1,972 mal kräftiger. Eine 200 mal grössere Helligkeit bringt also in diesem Falle eine kaum 2 mal stärkere chemische Wirkung mit sich. — Bei der Kohlenoxydflamme stellten aber die genannten Experimentatoren fest, dass bei ein und derselben Lichtquelle die chemischen Leuchtkräfte den physiologischen proportional sind; z. B. nimmt bei Verminderung der Gaszufuhr die physiologische und chemische Helligkeit im selben Verhältnisse ab.

Die Leuchtkraft der Sonne ist 524 mal grösser als die des Magnesiums, aber an chemischer Kraft übertrifft sie dieses nur um 5 mal. Ein brennender Magnesiumdraht von 0,297 mm Dicke giebt so viel Licht, wie 74 Stearinkerzen, deren 5 auf's Pfund gehen. Um ein Licht zu erzeugen, welches dem von 74 Stearinkerzen gleichkommt, die 10 Stunden brennen (wobei 20 Pfd. Stearin verzehrt werden), sind 72,2 g Draht nöthig[4]).

In der Praxis der Photographie mikroskopisch kleiner Gegenstände nimmt man an, dass man mit dem Lichte von 40 bis 50 grossen Bunsenschen Elementen nur 3 bis 4 mal kürzer als mit directem Sonnenlicht exponiren muss[5]), obschon ersteres dem Auge nicht so hell erscheint (s. obige Tabelle).

Das brennende Magnesium besitzt eine ebenso grosse chemische Wirkung, wie die Sonne ohne Wolken bei 10 Grad Höhe, d. h. wenn beide Lichtquellen dieselbe scheinbare Fläche haben. Dies ist der Fall, wenn eine Magnesiumscheibe von 1 cm Durchmesser 10,7 m von dem beleuchteten Gegenstande entfernt ist. Bei einer Sonnenhöhe von 22,4 Grad ist die chemische Wirkung der Sonne 36 mal grösser, als die des Magnesiums (Bunsen und Roscoë[6]).

Nach den Versuchen des Verfassers erscheint die optische Helligkeit von Magnesiumband, wovon 0,462 gr = 60 cm pro Minute verbrennen, gleich 66 bis 75 englischen Normalkerzen, die Wirkung auf Bromsilbergelatine mit Eisenoxalat-Entwickler ist aber gleich einer Wirkung von 656 Kerzen durch dieselbe Zeit[7]), also die chemische Wirksamkeit 10 mal grösser als die optische Helligkeit.

2) Ann. de chim. et de phys. (3). Bd. 11, S. 370.
3) Polytechn. Centralbl.; Horn, Phot. Journ. 1855. S. 9.
4) Roscoë. Phot. Archiv. 1864. S. 502; 1868. S. 33.
5) Moitessier-Benecke, Die Photographie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung. 1868.
6) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1864. Bd. 8, S. 27; aus Mechan. Mag. Bd. 9. S. 137.
7) Nach Versuchen des Verf. wirkt 0,010 gr Magnesium gleich einer englischen Normalkerze, welche in derselben Distanz 14 Minuten wirkt.

Staats-Bibliothek Bamberg

Man kann annehmen, dass im Mittel das Drummond'sche Kalklicht dem Auge 10 mal heller erscheint als brennender Magnesiumdraht, von dem 0,1 g pro Minute verbrennt; der photographische Effect des ersteren ist aber geringer, als der des letzteren, und zwar hat im Mittel das Kalklicht nur $^1/_4$ der Wirksamkeit von Magnesiumlicht.

Nach Fizeau und Foucault[8]) verhielt sich die optische Leuchtkraft (Helligkeit) eines Oxy-Hydrogen-Kalklichtes zu einem electrischen Lichte aus 46 Elementen wie 1 : 34,3 und auch der chemische Effect auf eine Daguerreotypplatte stand in demselben Verhältnisse. Dagegen wirkte das directe Sonnenlicht (Mittags) photographisch 4 mal stärker als das electrische Licht von 46 kleinen Elementen, aber nur $2^1/_2$ mal stärker als das electrische Licht bei Anwendung grosser Elemente.

Ausser diesen Angaben lassen sich aus den weiter unten folgenden noch andere als Beweis dafür herbeiziehen, dass zwischen der optischen Leuchtkraft einer Flamme und deren photochemischer Wirksamkeit keine Abhängigkeit besteht.

C. Ursachen der Verschiedenheit zwischen optischer und chemischer Leuchtkraft.

Die Ursache der Verschiedenheit zwischen optischer und chemischer Leuchtkraft der Lichtquellen liegt darin, dass jene Strahlen, welchen die chemische Hauptwirkung (speciell bei photographischen Präparaten, wie Silberverbindungen) durchaus nicht identisch mit jenen sind, welche dem menschlichen Auge am hellsten erscheinen.

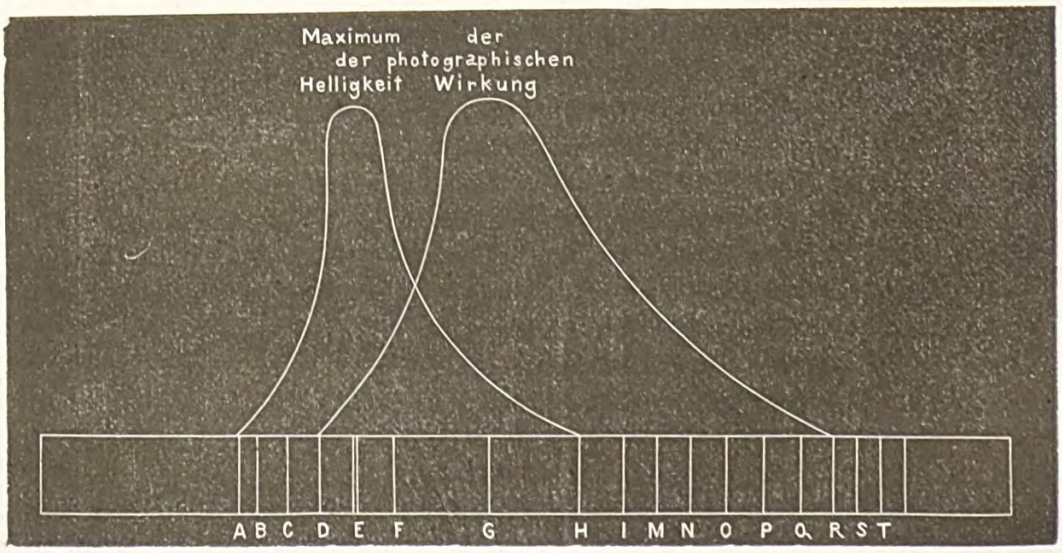


Fig. 14. Graphische Darstellung der optischen und chemischen Helligkeit des Spectrums.

Man kann im Allgemeinen annehmen, dass es die blauen und violetten Strahlen sind, welche den photographischen Haupteffect liefern und dass es von dem Gehalte eines künstlichen Lichtes an diesen Strahlen abhängt, ob es eine kräftige photographische Wirkung auszuüben vermag oder nicht. Deshalb sind viele blaue Flammen, trotz ihrer geringen scheinbaren Helligkeit, photographisch sehr wirksam.

Dem Auge erscheint aber jenes Licht als das hellste, welches am reichsten an gelben Strahlen ist. So besitzt z. B. eine durch Kochsalz gelb

8) Ann. de chim. et de phys. 1844. (3.) Bd. 11, S. 370.

gefärbte Weingeist- oder Gasflamme eine ansehnliche optische Helligkeit, ist aber photographisch wenig wirksam. Gerade das Gegentheil ist beim brennenden Schwefel oder Kohlenoxyd der Fall.

Fig. 14 stellt graphisch dar, welche verschiedene Lage das Maximum der Helligkeit und der photographischen Durchschnitts-Wirkung im Sonnenspectrum zeigt; beide liegen weit auseinander.

Nach Vierordt ist die relative optische Helligkeit der einzelnen Theile des Sonnenspectrums durch folgende Zahlen ausgedrückt:

Im Roth bei *B.*	Im Orange bei *C.*	Im Gelb bei *D.*	Im Gelbgrün bei *D.*	Im Grün bei *E.*	Im Hellblau bei *F.*	Im Dunkelblau bei *G.*	Im Violett bei *H.*
2	12	78	100	37	12,8	0,8	0,07

Vergleiche auch Pickering's Tabelle S. 102.

Das Gelb erscheint unserem Auge ungefähr 100 mal heller als das Blau und dennoch ist die photographische Wirkung des Ersteren auf Bromsilberplatten im günstigsten Falle gleich gross wie die des Letzteren; oft hat das Gelb nur $^1/_{20}$ bis $^1/_{50}$ und darunter von der Wirkung des Blau.

Auf ein Gemisch von Eisenchlorid und Oxalsäure wirkt das Blau des Spectrums 14 mal stärker, als das Gelb (Marchand), und auf Chlorknallgas wirkt das Erstere sogar beiläufig 50 mal stärker, als das Letztere (Bunsen).

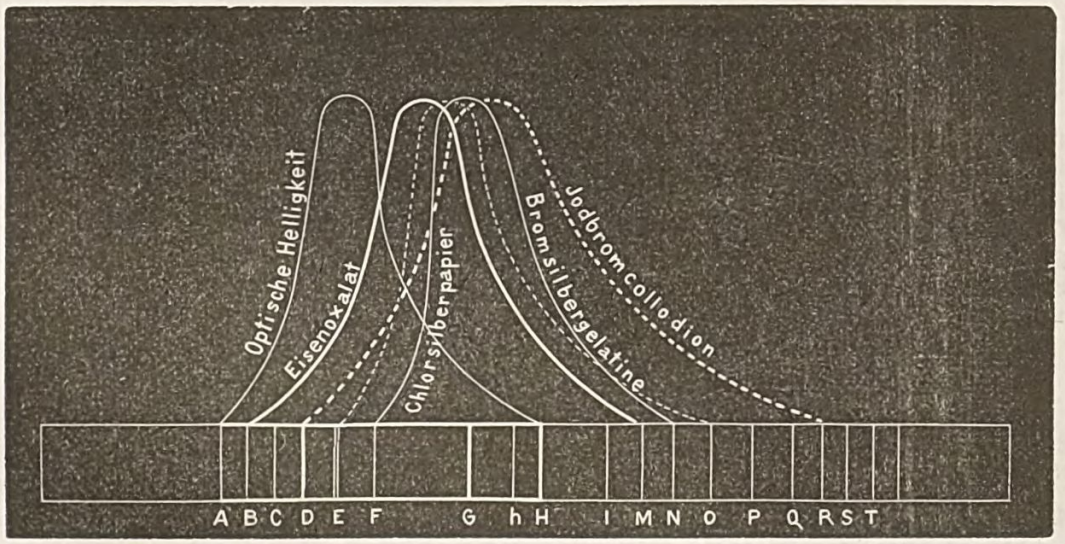


Fig. 15. Graphische Darstellung der verschiedenen Lage des Maximums der Wirkung des Spectrums.

Uebrigens ist die Lage des Maximums der chemischen Leuchtkraft im Spectrum nicht für alle lichtempfindlichen Substanzen gleich. So ist z. B. Eisenoxalat mehr für Grün empfindlich, als nasse Jodbrom-Collodionplatten. Die verschiedene Lage des Maximums der Wirkung der Spectralzonen auf verschiedene lichtempfindliche Substanzen zeigt Fig. 15 (Eisenoxalat, Chlorsilberpapier, Bromsilbergelatine, nasses Jodbromcollodion). Demgemäss wird ein Licht, welches auf Jodbromsilber möglichst kräftig wirken soll, reicher an violetten Strahlen sein müssen, als solches für Eisenoxalat.

Ueber die Intensität der verschiedenen gebräuchlichen Lichtquellen in den verschiedenen Theilen des Spectrums, woraus sich der Gehalt an blauen

und violetten Strahlen ergibt, stellten H. C. Vogel und G. Müller belangreiche Untersuchungen an. Sie fanden: 1) Das Licht einer Wachskerze ist im Blau relativ schwächer als das einer Stearin- oder Paraffin-Kerze. — 2) Petroleum gibt im Blau grössere Intensität als Oel. — 3) Eine Petroleumlampe sendet bei frisch abgeschnittenem Dochte mehr blaue und violette Strahlen aus, als wenn sie einige Zeit gebrannt hat. Das Verhältniss ist ungefähr wie 12 : 11. — 4) Eine Gasflamme ist im Roth wie im Blau und Violett relativ heller, als eine Petroleumlampe. — 5) Die einzelnen Theile der Flammen, welche einen sehr beträchtlichen Unterschied in Bezug auf Totalintensität haben, sind in Bezug auf verschiedene Stellen des Spectrums wenig verschieden. — 6) Eine Vergleichung einer Petroleumlampe mit Drummond'schem Kalklicht ergab im Allgemeinen, dass das Letztere von Grün ab eine sehr beträchtlich grössere Intensität besitzt, die sich im Blau und Violett bis auf mehr als das Doppelte steigern kann[9]).

Die Helligkeit verschiedener Theile des Spectrums für verschiedene Lichtquellen wurde von Nichols, Crova[10]), Pickering[11]) quantitativ bestimmt (s. Vierordt's Tabelle S. 101). Der Letztere gab eine genaue Tabelle für diese Helligkeiten an, setzte dabei die Helligkeit im Gelb (bei der Linie *D*) = 100 und erhielt folgende Zahlen für die mittelst des Auges bestimmte optische Helligkeit:

	Helligkeit an den einzelnen Theilen des Spectrums.				Gesammt-Helligkeit in Kerzen.
	C.	*D.*	*b'.*	*F* $^1/_2$ *G.*	
Normalkerze . . .	73	100	104	134	1
Gaslampe	74	100	103	125	16
Kalklicht	59	100	113	285	90
Electrisches Licht .	61	100	121	735	362
Magnesiumlicht . .	50	100	223	1129	215
Mondlicht	87	100	155	363	204
Sonnenlicht . . .	45	100	250	2971	70 000

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass im Kerzen- und Gaslicht die Intensität der blauen Strahlen ziemlich analog vertheilt ist, dass aber im Kalklicht und noch mehr im electrischen Licht und Magnesiumlicht die blauen Strahlen im Verhältniss zu den rothen und gelben in viel reichlicherer Menge vorkommen.

Je stärker feste Körper erhitzt werden, desto grösser ist die Intensität des Lichtes und desto mehr blaue und violette Strahlen mengen sich dem ausgestrahlten Lichte bei. Dies gilt für das Drummond'sche Kalklicht, für glühenden Platindraht etc. So ist nach Draper[12]) die Intensität des von glühendem Platindraht ausgestrahlten Lichtes bei 1421° C. 40 mal grösser als bei 1038° C.

9) Naturforscher. 1877. S. 332.
10) Beiblätter zu d. Annal. d. Physik. Bd. 2, S. 655; Bd. 3, S. 275. 276. 859.
11) Beiblätter zu d. Annal. d. Physik. 1880. Bd. 4, S. 728 aus Proc. Ann. Ac. of Arts and Sc. 1880. S. 236.
12) Philosophical Magazine. 1847. Bd. 30, S. 345.

Das Licht des brennenden Magnesiums ist sehr reich an violetten und ultravioletten Strahlen (Schrötter[13]), Bunsen und Roscoë[14]), ebenso das electrische Licht und das Licht des unter Zuleitung von Stickoxyd verbrennenden Schwefelkohlenstoffs (H. W. Vogel[15]). In dieser Richtung übertreffen diese Lichtquellen das Drummond'sche Kalklicht, welches sehr reich an gelben und rothen Strahlen ist, bezüglich des Gehaltes an stärker brechbaren Strahlen aber hinter jenen zurückbleibt (Becquerel). Da das Kalklicht oder Zirkonlicht das Spectrum an beiden Enden schön zeigt, wurde es von Hannay als Licht zu spectroscopischen Untersuchungen vorgeschlagen[16]). Das electrische Quecksilberlicht der Way'schen Lampe ist sehr reich an blauen, violetten und ultravioletten Strahlen, aber gibt fast keine rothen Strahlen aus, wodurch es sich von dem Licht des Flammenbogens der Kohlenspitzen unterscheidet[17]).

Das electrische Glühlicht eines Kohlenfadens ist mehr gelb als der Flammenbogen und auch weniger actinisch. Das Licht von brennendem Zink ist wohl reich an blauen, aber im Vergleich mit Magnesium arm an violetten Strahlen und daher weniger wirksam als letzteres.

Ueber den Gehalt des Lichtes an verschiedenfarbigen Strahlen gibt mitunter schon dessen Farbe einen Anhaltspunkt.

Das gewöhnliche diffuse Tageslicht ist nach Brücke[18]) ziemlich stark röthlich, was Memorsky[19]) näher ausführte. Das von weissen Wolken reflectirte Tageslicht besitzt dieselbe Farbe, wie das Sonnenlicht[20]). Die gewöhnlichen Beleuchtungsflammen zeigen sämmtlich gelbes Licht, rein weiss ist allein das electrische, während Magnesium-Licht und brennender Phosphor violettes Licht zeigen.

Genaue Angaben über den relativen Gehalt eines Lichtes an verschieden brechbaren Strahlen gibt die spectroscopische Untersuchung und die quantitative Spectralanalyse (Vierordt).

D. Vergleichung der chemischen Leuchtkraft oder photographischen Wirksamkeit verschiedener Lichtquellen.

Bei der chemischen Leuchtkraft oder der photographischen Wirksamkeit verschiedener Lichtquellen kommt es auf den Reichthum derselben an „chemischen Strahlen" an. Im Vorhergehenden wurde aber gezeigt, dass für verschiedene lichtempfindliche Substanzen auch verschiedenartige Strahlen des Spectrums die hervorragend „chemisch wirksamen" sind; deshalb kann nicht von einer absolut giltigen Angabe über den photographischen Effect der Lichtquellen gesprochen werden. So wird z. B. Bromsilber (in Form von Gelatine-Emulsion) durch das Licht einer Stearinkerze unverhältnissmässig stärker afficirt, als Jodsilber (in Form von nassen Collodionplatten) und dieses wieder mehr als Chlorsilber (in Form von Emulsion).

Trotzdem kann man mit Bestimmtheit behaupten, dass nächst dem Sonnenlicht das electrische Licht das photographisch wirksamste ist und mäch-

13) Jahrber. Chem. 1865. S. 96.
14) Poggendorff's Annalen. Bd. 108, S. 261.
15) Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. 1875. Bd. 8, S. 96.
16) Fortschritte d. Physik. 1873. S. 442.
17) Crooker, Gladstone, Photogr. News. Bd. 5, S. 279; Kreutzer's Zeitschrift f. Photogr. 1862. Bd. 5, S. 20.
18) Erdmann, Journ. f. prakt. Chem. 1866. S. 186.
19) Berichte der Wiener Akademie. 1866. Bd. 53. (2.) 345.
20) Beiblätter z. d. Annal. d. Physik. 1879. S. 859.

tige dynamo-electrische Maschinen erzeugen Flammen von mehreren tausend Kerzen Leuchtkraft, welche nicht nur auf photographische Brom- oder Jodsilberplatten fast so energisch wie Sonnenlicht wirken, sondern Jodsalze sogar energischer als letzteres zersetzen.

Bei Gemischen von Jodkalium, -cadmium oder -lithium mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure bewirkt nach Leeds[21]) electrisches Licht ungefähr eine Zersetzung = 10—24, während Sonnenlicht nur eine Zersetzung 2—4 und Magnesiumlicht eine solche = 0,03—0,08 bewirkt (s. S. 161).

Im electrischen Licht vegetiren und athmen die Pflanzen wie im Sonnen- oder Tageslicht[22]) und gewisse organische Producte, wie z. B. rohes Blutalbumin, wird durch das electrische Licht in 24 Stunden entfärbt (gebleicht[23]).

Eine annähernd richtige Uebersicht über die photographische Wirksamkeit von künstlichen Lichtquellen dürfte folgende Zusammenstellung geben:

1. Electrisches Licht.

2. Magnesium an der Luft, besonders in Sauerstoff verbrennend, Schwefelkohlenstoff in Stickoxyd oder Sauerstoff verbrennend, Schwefel oder Phosphor in Sauerstoff verbrennend, Feuerwerkssätze, besonders das indianische Weissfeuer, Drummond'sches Kalklicht, verbesserte lichtstarke Gaslampen.

3. Licht von Stearin- oder Paraffinkerzen, von gewöhnlichen Leuchtgasflammen, Oel- oder Petroleumlampen, Kohlenoxyd oder Schwefel etc. an der Luft brennend.

4. Phosphorescirende Substanzen.

Fassen wir zunächst das electrische Licht in's Auge.

Nach H. W. Vogel[24]) entspricht eine 7 Minuten lange Wirkung des dynamo-electrischen Lichtes einer Siemens'schen Maschine von 800 Kerzen der Wirkung von 23,8 g Magnesiumdraht (gemessen mittelst Vogel's Photometer unter Benutzung von Chromat-Papier).

Wegen seiner Wirksamkeit kann electrisches Licht auch zum Copiren auf gewöhnlichem Albuminpapier benutzt werden. Bei $^1/_2$ m Aufstelldistanz von der Lichtquelle war bei einigen Versuchen der Effect ungefähr gleich dem Lichte eines leidlich hellen Wintertages im Schatten in den Mittagsstunden. Weitere Aufstelldistanz drückte die Wirkung zu sehr herab[25]).

Woodbury, welcher 1866 zuerst seine Photoreliefmatrizen auf Chromat-Gelatine mittelst des electrischen Lichtes herstellte, bediente sich dabei einer Exposition von 1 Stunde, während er früher in der Solarcamera ungefähr $1^1/_2$ Stunden belichten musste[26]).

In jenen Ateliers, in welchen das electrische Licht zur Beleuchtung von Porträten angewendet wird und wobei das grelle Licht durch Papierreflectoren vertheilt und durch transparente Schirme zerstreut (also bedeutend geschwächt) wird, exponirt man entweder ebenso lang, oder $^1/_3$ länger[27]) als im Durchschnitt dasselbe Porträt im diffusen Tageslichte exponirt wird. (Näheres s. S. 114.)

Wie Magnesiumlicht im Vergleich zum Sonnenlicht sich verhält, wurde oben besprochen.

21) Chemic. News. Bd. 42, S. 147. Beibl. Annal. Physik and Chemie. 1880. S. 730.
22) Siemens, Phot. Corresp. 1880. Bd. 17, S. 69.
23) Chemiker-Zeitung. 1881. S. 97 aus Monit. prod. chim. Bd. 2, S. 402.
24) Phot. Mitth. 1879. Bd. 16, S. 187.
25) Deutsche Photogr. Zeitung. 1879. S. 93.
26) Phot. Archiv. 1866. S. 227.
27) Phot. Mittheil. Bd. 16, S. 208.

Genaue Vergleichungen zwischen der relativen chemischen Leuchtkraft verschiedener Lichtquellen liegen nur spärlich vor. Die meisten der nachfolgenden Vergleichszahlen haben nur einen untergeordneten Werth, weil in den seltensten Fällen die jeweilige Menge der verbrannten Substanz, beziehungsweise die Flammenhöhe oder Dimension angegeben wurde und überdies die Reduction der Beobachtungsresultate auf eine vergleichbare Einheit meistens unterlassen wurde.

Nach Babo[28]) kann man von Gegenständen in der Camera auf nassen Collodionplatten mit saurer Pyrogallus-Entwicklung Bilder in folgender Zeit erhalten, wenn die Lichtquelle 30 bis 45 cm vom Gegenstande entfernt ist:

Lichtquelle.	Expositionszeit Secunden.	Effect.
Schwefelkohlenstoff-Stickoxyd (4 cm hohe Flamme)	10	Kräftiges Bild.
Im Sauerstoff vorbrennender Phosphor	10	„ „
Argand'scher Leuchtgasbrenner mit Sauerstoffzufuhr in's Innere . . .	10 — 15	Wirkungslos.
Drummond'sches Kalklicht	10 — 15	Sehr schwache Wirkung.

Diese Versuche wurden an durch die Lichtquellen belichteten Objecten gemacht, gelten also für reflectirtes Licht.

Riche und Bardy verglichen 1875[29]) die Wirksamkeit verschiedener Lichtquellen auf Bromsilber-Collodion-Platten mit Entwicklung, indem sie die Exposition bei direct einfallendem Lichte unter einem Scalen-Photometer aus Wachspapier in einer Distanz von 50 Centimeter durch eine Minute vornahmen. Das intensivste Licht war das Schwefel-Sauerstoff-Licht, welches durch 8 Papierlagen hindurch gewirkt hatte, das schwächste das Kalklicht mittelst Leuchtgas und Sauerstoff. Die folgenden Zahlen geben nicht die wirklichen Lichtintensitäten, sondern nur die Anzahl der Papierschichten, durch welche noch das Licht in der Zeiteinheit wirkte:

Kalklicht mit Leuchtgas und Sauerstoff	1
„ mit Wasserstoff und Sauerstoff (Drummond'sches Licht) .	3
Zink, verbrannt im Sauerstoffstrom	3
Magnesium-Draht	4—5
Stickoxyd mit Schwefelkohlenstoff geschwängert	6—7
Sauerstoff auf ein Gefäss mit brennenden Schwefelkohlenstoff geleitet	7
Sauerstoff auf geschmolzenen brennenden Schwefel geleitet . .	8

Dagegen lassen sich aus dieser Tabelle keine Angaben ableiten, um wie viel mal z. B. Magnesiumlicht kräftiger als Drummond'sches Licht wirkt, weil die angegebenen Ziffern nur die Anzahl der durchdrungenen Papierlagen geben, diese aber nicht identisch mit der Lichtstärke sind (s. Scalenphotometer); überdies ist der Consum an Brennmaterial nicht angegeben.

Aehnliche Mängel zeigt Stebbing's Tabelle.

28) Horn's Photogr. Journ. 1855. S. 9.
29) Bulletin Soc. franç. 1875. Phot. News. 1875. S. 171.

Stebbing fand[30]), dass eine Bromsilberplatte unter einem Scalenphotometer von Papier 1 Minute lang exponirt, durch folgende Zahl von Papierschichten hindurch afficirt wird:

Drummond'sches Kalklicht	1
Zink in Sauerstoff verbrennend	4
Magnesiumlampe	5
Schwefelkohlenstofflicht	6
Schwefel in Sauerstoff verbrennend . . .	8

Die erwähnten Ungenauigkeiten in den Angaben über Grösse der Flamme und Verbrauch an Brennmaterial führte zu Widersprüchen. So wurde mehrfach das Sauerstoff-Schwefelkohlenstoff-Licht für wirksamer als Magnesiumlicht erklärt; Lossen aber erklärte dies für falsch und fand bei seinen Versuchen mit Bromsilberplatten das Magnesiumlicht wirksamer[31]).

Nach älteren Angaben[32]) ist die relative photogenische Kraft der folgenden Lichtquellen für:

Sonnenlicht in den Mittagsstunden im August-September	1000
Kohlenlicht durch 46 Zink-Kohlenelemente	235
Magnesiumlicht	27,3
Drummond'sches Kalklicht	6,8

Mc. Lellan[33]) verbrannte verschiedene Substanzen in einem Glaskolben in Sauerstoffgas (circa 6 — 7 Liter) und untersuchte die photographische Wirksamkeit auf Bromsilbergelatine-Platten, indem er ein Scalenphotometer über die Platten legte. Er fand:

	Expositionszeit.	Distanz vom Licht. Fuss.	Verbrennende Substanz.	Letzte sichtbare Photometer-Nummer.	Entwickler.
1.	20 Secunden	6	Schwefel u. Antimon 10%	20	Alkalisch. Pyro.
2.	20 „	6	Schwefel und Schwefelantimon 10%	20	„
3.	20 „	6	Schwefel	20	„
4.	20 „	6	Paraffinlampe	8	„
5.	30 „	14	Schwefel und chlorsaures Kali 10%	18	„
6.	30 „	14	Schwefel und Kupferoxyd 10%	15	„
7.	10 „	14	Schwefel	15	„
8.	10 „	14	Schwefel und Salpeter 10%	14	„
9.	2 „	14	Phosphor	20	„
10.	10 Minuten	14	Paraffinlampe	12	„
11.	30 „	14	„	15	„
12.	5 Secunden	14	100 Th. Schwefel, 5 Th. Schwefelantimon, 10 Th. Salpeter	12	Eisenoxalat.
13.	5 „	14	Schwefel	11	„
14.	5 „	14	Magnesium (in Sauerstoff)	20	„
15.	5 „	14	Magnesium (in Luft) . .	14	„
16.	5 „	14	Amorpher Phosphor . .	15	„
17.	5 „	14	Exponirt auf einem trüben grauen Himmel . . .	20	„

30) Photogr. Mitth. Bd. 12, S. 103.
31) Photogr. Archiv. 1878. S. 70.
32) Schnauss, Photogr. Lexicon. 1864. S. 212.
33) Brit. Journ. of Phot. 1881. S. 634.

Daraus geht hervor, dass der Actinismus des Lichtes brennender Körper bedeutend grösser ist, sobald die Verbrennung im Sauerstoffgas statt an der atmosphärischen Luft erfolgt.

Nach Krone bewirken zwei Magnesiumdrähte von der stärksten Sorte in einer Hohlspiegellampe verbrannt, bei einer Distanz von 2 m von der Person, bei der vollen Oeffnung eines dreizölligen Porträt-Objectives in 25 bis 30 Secunden ein correctes Negativ auf Collodion (nasses Verfahren). Dasselbe erreicht man im December oder Januar im zerstreuten Tageslicht zur Mittagszeit.

Auf Trockenplatten bewirkte das eben erwähnte Licht in $^1/_4$ Secunde ein Bild unter einem Negativ im Copirrahmen; im klaren, winterlichen Vollmondschein um Mitternacht (wo also der Mond sehr hoch am Himmel steht) in 25 Minuten, das ist 6000 mal länger.

Nach H. W. Vogel ist die Wirkung der Sell'schen Lampe auf photographische Platten etwa viermal geringer, als das Licht eines heiteren Wintertages um die Mittagszeit. Vor anderen künstlichen Lichtquellen bietet sie den Vortheil, wegen ihrer vorwiegend blauen Farbe die Augen nicht zu blenden, was bei Porträtaufnahmen wohl zu beachten ist[34]).

Zündsätze (indianisches Weissfeuer[35]) gestatten die Aufnahme damit beleuchteter Personen in ungefähr der doppelten bis vierfachen Zeit, als im Durchschnitt bei Tageslicht nothwendig ist. Aehnliches gilt von den besten modernen Gaslampen, welche Licht von über 1000 Kerzen Helligkeit geben.

Eine Stearinkerze wirkt auf Bromsilbergelatine-Platten nach der Schätzung des Verfassers ungefähr 1000 mal geringer als brennendes gewöhnliches Magnesiumband des Handels (Verbrauch 0,5 g pro Minute). Auf viele unempfindliche Präparate wirkt Kerzenlicht so langsam, dass dieselben Minuten, ja Stunden lang getroffen werden können, ohne dass eine Zersetzung eintritt. So kann z. B. Chlorsilber-Papier, Chromatgelatine-Papier etc. bei Kerzenlicht, wie in einer Dunkelkammer sensibilisirt werden.

Das Licht der besten und am kräftigsten leuchtenden, am Tageslicht erregten phosphorescirenden Substanzen ist verhältnissmässig schwach; es wirkt bei unmittelbarer Berührung auf eine Bromsilbergelatine-Platte ungefähr so kräftig, wie das Licht einer Normalkerze in einer Distanz von 50 cm. Phosphorescenzlicht wirkt immer viel schwächer als jenes Licht, welches die Phosphorescenz erregte.

Diese geringe Actiniscenz des gewöhnlichen irdischen Feuers verursacht oft überraschende Erscheinungen, wie z. B. die Aufnahme einer Gruppe von Holzarbeitern, welche um ein mächtiges Feuer gelagert (an einer von der Sonne begrenzten Stelle), bei welcher von der hochaufschlagenden Flamme auf dem Bilde keine Spur zu sehen ist, wohl aber durch dieselbe hindurch die dahinter sitzenden Arbeiter, als auch der entsprechende Theil der sonnenbeleuchteten Landschaft, beides aber mit unscharfen Conturen[36]).

II. Beschreibung der künstlichen Lichtquellen und ihrer photographischen Verwendung.

1. Electrisches Licht.

Das electrische Licht, sei es nun, dass es mittelst galvanischer Batterien oder mittelst magneto-electrischer Maschinen erhalten wird, fand vermöge

34) Bericht d. deutsch. chem. Gesellsch. 1875. S. 96.
35) Bei einem Verbrauch von circa 30 g pro 10 Secunden.
36) Krone, Helios. 1870. Bd. 1. S. 137.

seiner Leuchtkraft wiederholte Anwendung in der Photographie und ohne allen Zweifel nimmt es den ersten Rang unter den künstlichen Lichtquellen ein.

Die von Davy 1813 gefundene und lange Zeit einzig bekannte Art, electrisches Licht herzustellen, bestand darin, dass man eine grosse Anzahl galvanischer Elemente (ungefähr 100 Daniell'scher oder 50 Bunsen'scher) verband und den electrischen Strom durch zwei einander genäherte Coaksstäbe (Kohlenspitzen) leitete. Es zeigt sich alsdann ein glänzender Lichtbogen.

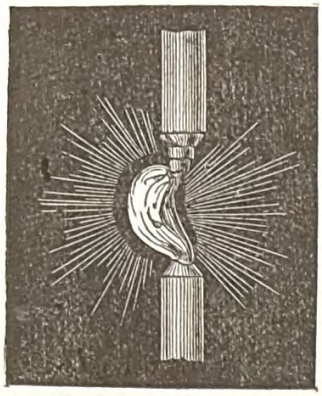


Fig. 16.
Galvanischer Flammenbogen.

Der Flammenbogen erlöscht, sobald die Spitzen dem Verbrennen der Kohle zufolge sich zu weit von einander entfernen; deshalb muss die Distanz derselben entweder mit der Hand regulirt werden oder (da dies schwer durchführbar ist) mittelst eigener automatischer Regulatoren, deren mehrere construirt wurden.

Heutzutage werden zur Herstellung des electrischen Lichtes anstatt der galvanischen Elemente dynamo-electrische oder magneto-electrische Maschinen von 2000 bis 5000 Kerzen Leuchtkraft (System Gramme oder Siemens) benutzt, welche mit Dampfmaschinen (Locomobilen) oder Gaskraftmaschinen bewegt werden. Deren Construction zu beschreiben ist hier ebensowenig der Ort, wie die Einrichtung und Zusammenstellung der galvanischen Batterien.

Das electrische Glühlicht beruht auf einem anderen Principe. Es ist bekannt, dass ein Platindraht in's Glühen geräth, wenn ein hinreichend starker electrischer Strom hindurchgeführt wird. Dies Glühlicht wollte Draper 1847 zur Beleuchtung verwenden; es wurde auch als photometrisches Normallicht wiederholt vorgeschlagen. Ein Uebelstand ist aber, dass der Platindraht leicht abschmilzt, wenn der Strom zu stark wird. King nahm deshalb Kohlenstäbchen an Stelle des Platins und da diese sehr leicht an der Luft abbrennen, so schloss er sie im luftleeren Raume ein. Aus dieser älteren King-Lampe gingen neuerdings die Constructionen von Edison, Swan und Maxim hervor. Bei diesen sind die Kohlenstäbchen so dünn, dass man sie Fäden nennen kann.

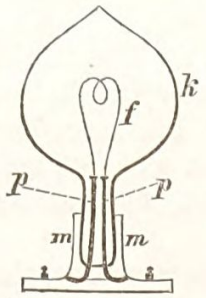


Fig. 17.
Electrisches Glühlicht.

Alle drei Constructionen besitzen eine grosse Aehnlichkeit. Sie bestehen aus einer luftleeren Glaskugel (Fig. 17) von nicht ganz Faustgrösse: in derselben ist ein feiner Kohlenfaden *f* eingeschlossen, der aus einem Cartonstreifen durch Glühen desselben zwischen Eisenplatten hergestellt ist. Dieser Kohlenfaden sitzt auf Platinadrähten *pp*, die in die Wand des Glasfusses der Kugel eingeschmolzen sind und mit den Metallfassungen *mm* leitend verbunden sind. Durch den electrischen Strom wird der Kohlenfaden in's Glühen gebracht und gibt ein Licht von der Stärke eines guten Argand-Gasbrenners (circa 20 Kerzen) und eignet sich sehr gut zum Ersatz von Gas- oder Petroleumlampen. Die Ballons gehen nach vier bis achtmonatlichem Gebrauch zu Grunde.

Von vier Swan'schen Lampen, welche mit 30 Platin-Zink-Elementen (Grove'sche Elemente) zum Leuchten gebracht waren, gab je eine ein nicht viel stärker auf Bromsilbergelatine wirkendes Licht, als ein Gas-Fischschwanz-Brenner. Freilich wächst nach Baden-Pritchard die Helligkeit

ganz bedeutend, je weniger Lampen man in denselben Strom einschaltet. Aber es ergab sich, dass der Lichtbogen zwischen Kohlenspitzen von 30 Grove'schen Elementen unter allen Umständen kräftiger wirkte, als eine Swan'sche Lampe, welche durch denselben Strom erzeugt war[37]).

Daraus geht hervor, dass bei gleicher Stromintensität die Lichtstärke der Swan'schen Lampe selbst unter den günstigsten Bedingungen die des gewöhnlichen Kohlenlichtes entschieden nicht erreicht.

Mittelst galvanischer Batterien, bestehend aus ungefähr 50 grossen Grove'schen oder Bunsen'schen Elementen, kann ein kräftiges electrisches Licht erhalten werden. Allein die dazu benutzte Salpetersäure stösst erstickende Dämpfe aus; viel besser ist die Beschickung der Elemente mit Chromsäure (oder einem Gemisch von Kaliumchromat mit Schwefelsäure) zur Kohle, weil dieselbe keine Dämpfe entwickelt. Durch die Wiedereinführung der schon früher bekannten Chromsäure anstatt Salpetersäure wollte Swan[38]), Jarman[39]) und Bottone[40]) das galvanische Licht den Photographen zugänglicher machen; es genügen 48 grosse Zink-Kohlen-Elemente, um bei deren Licht eine Porträtaufnahme in 3 Secunden auf Bromsilbergelatine fertig zu stellen. Allein trotz aller Modificationen erweist sich das Instandhalten der Elemente, das häufig erforderliche Reinigen der Zellen, das rasche Zugrundegehen der Zinkcylinder etc. als sehr hinderlich für die practische Verwendung derselben. Deshalb hat in allen grösseren Etablissements — denn nur in solchen kann an eine rationelle Verwendung des electrischen Lichtes gedacht werden — das Licht der magneto-electrischen Maschinen Eingang gefunden und die galvanischen Batterien verdrängt. Allerdings erfordert die Anschaffung einer magneto-electrischen Maschine sammt Motor ein beträchtliches Anlagecapital (circa 8000 Mark), aber die Betriebskosten sind gering, wesentlich geringer, als bei galvanischen Elementen; die Unkosten betragen nämlich pro Stunde (Arbeiter, Wasser, Oel etc. inbegriffen) ungefähr $1^1/_2$ Mark.

Ausser dem Flammenbogen bei Kohlenspitzen und dem Glühlicht wurde noch mit gutem Erfolge jenes galvanische Licht benutzt, welches entsteht, wenn ein starker electrischer Strom (60 Elemente) durch einen dünnen Faden von frei fallendem Quecksilber geht (Way's Lampe). Dieses Licht ist sehr actinisch; ja es schwärzt Chlorsilberpapier rascher, als das der Kohlenspitzen[41]), jedoch ist seine Darstellung zu complicirt und deshalb ist es ganz ausser Gebrauch gekommen.

Das durch Electricität in luftverdünnten Geissler'schen Röhren erzeugte Licht ist trotz seiner scheinbaren Schwäche photographisch gut wirksam. Norley photographirte ein solches Licht, welches so schwach war, dass es selbst im Dunklen kaum sichtbar war, in 30 Minuten, jedenfalls in Folge des bedeutenden Gehaltes an ultravioletten Strahlen[42]). Die

37) Phot. News. 1881. S. 398 und 505. Phot. Wochenbl. 1881. S. 386 und 398. Phot. Mitth. Bd. 18, S. 218. — Wenn die Swan'sche Lampe circa 4 Fuss vom Gesicht entfernt war, so genügte mit einem Portraitobjectiv (Schnellarbeiter) eine Exposition von 30 bis 50 Secunden bei 30 Elementen; 20 Elemente waren zu schwach.

38) Yearbook of Photogr. für 1879. S. 229.

39) Phot. News. 1881. S. 483. Phot. Wochenbl. 1881. S. 352.

40) Yearbook of Photography for 1882. S. 107.

41) Photogr. News. 1861. Bd. 5, S. 279. Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1862. Bd. 5. S. 20. — Monckhoven (Bulletin soc. franç. 1871. S. 210) fand dieses Licht wohl sehr wirksam, aber gefährlich, wegen der entwickelten Quecksilberdämpfe.

42) Phot. Mitth. 1871. Bd. 8, S. 102.

mit verschiedenen Gasen gefüllten Geissler'schen Röhren geben verschiedenes Licht; H. W. Vogel, Capron[43]) u. A. photographirten sogar die Spectra dieser Lichtquellen.

Dove (1861) und Roger (1864) gelang es, das geschichtete Licht der Geissler'schen Röhren zu photographiren. Der Erstere erhielt Photographien, welche deutlich das geschichtete Licht als eine Reihe perlenartig an einander sich reihende Kugeln darstellte. — Rood photographirte 1864 auch die schwach leuchtenden Büschel positiver und negativer Electricität und konnte sogar am Tageslichte (bei hintergestelltem weissen Papier) das Phänomen photographiren[44]).

Die ersten Angaben über die chemische Wirkung des electrischen Kohlenlichtes machte Brande[45]); er fand, dass unter seiner Wirkung Chlorknallgas unter Explosion sich zu Salzsäure verbindet.

Silliman und Goode photographirten schon im November 1840 bei galvanischem Lichte von 90 Daniell'schen Elementen ein Medaillon mittelst einer einfachen Linse auf Daguerreotypplatten in 20 Secunden, welche Versuche Silliman 1851 mit Erfolg wiederholte[46]).

De Monfort erhielt 1846 mittelst electrischen Lichtes wohl nicht Porträts, aber das Daguerreotyp eines Bouquets mit einer einfachen Linse in 15 Minuten[47]).

Talbot bekam 1851 mit jodirtem Eiweiss mit Eisenhervorrufung auf einer rasch gedrehten Scheibe durch momentane Belichtung durch einen starken electrischen Funken ein klares scharfes Bild[48]).

Gaudin stellte unter einem Negativ auf Collodionplatten eine positive Copie bei electrischem Lichte her. Dasselbe war durch einen parabolischen Spiegel concentrirt und so wirksam, dass trotz eines vorgeschobenen blassgelben Glases die Exposition nur einige Secunden dauerte[49]).

Zur eigentlichen Porträt-Photographie lebender Personen, sowie zur Photographie von Gypsfiguren, benutzten es Aubree, Millet und Leborgne um dieselbe Zeit und sie nahmen die Priorität dieser Anwendung des electrischen Lichtes in Anspruch; sie benutzten 50 Bunsen'sche Elemente[50]).

Später beschäftigte sich Lucenay (1852), sowie Gaudin und Delamarre mit Porträtaufnahmen bei electrischem Lichte und wendeten ihre Aufmerksamkeit passenden Reflectoren und Schirmen zu (s. u. S. 114).

In der Sitzung vom 21. December 1863 überreichte Nadar der französischen photographischen Gesellschaft Porträt-Photographien, welche mittelst des electrischen Lichtes erhalten worden waren. Er exponirte die nassen Platten beim Licht[51]) von 50 galvanischen Elementen und unter Anwendung eines mit Kreide bestrichenen Reflectors 60 bis 85 Secunden. Solche sehr gelungene Porträte (Brustbilder etc.) stellte er in der Londoner Ausstellung

43) Capron, Photographed Spectra. London. 1877.
44) Rood, Silliman Journ. (2). Bd. 37, S. 207. Fortschr. d. Physik. 1864. S. 257.
45) Annales de Chimie et de Physique. Bd. 19, S. 205.
46) Daguerreian Journ. 1851. Bd. 1, S. 139 u. 334. Silliman's Americ. Journ. (1.) Bd. 43, S. 185.
47) Cosmos. 1852. II, 39.
48) Daguerreian Journ. 1851. Bd. 2, S. 178. Phot. Archiv. 1877. S. 170.
49) La lumière. 1853. Bd. 1, S. 159.
50) Daguerreian Journ. 1852. Bd. 3, S. 57. Comptes rendus. Bd. 33, S. 501. Chemisches Centralblatt. 1852. S. 16.
51) Lichtbogen zwischen Kohlenspitzen und mit einem Serrin'schen Regulator.

1862 aus. Um dieselbe Zeit benutzte er das electrische Licht zur Beleuchtung der Katakomben in Paris, deren Aufschriften etc. zu photographiren er beauftragt war (vergl. auch Magnesiumlicht). Bazain erzeugte bei electrischem Licht Photographien 300 Fuss unter dem Meeresspiegel (Phot. Mitth. Bd. 3, S. 261).

Beim galvanischen Lichte einer Way'schen Quecksilber-Lampe können Negative auf Chlorsilberpapier ganz gut copirt werden, wie Bedfort durch seine Vorlagen in der Londoner photographischen Gesellschaft 1861 bewies. Das Licht besitzt aber eine eigenthümlich durchdringende Kraft, weshalb die Negative ziemlich dicht sein müssen, dichter als für das Copiren bei zerstreutem Tageslicht[52]).

Malone benutzte das electrische Licht von 40 Grove'schen Elementen (Dubosq'sche Lampe) zum Copiren von Bildern auf Albuminpapier im Copirrahmen und erhielt in $^1/_4$ Stunde eine Copie; dabei zeigten die Copien bedeutende Tiefe des Tones[53]).

Sensibilisirtes Albuminpapier in einer Distanz von 15 Zoll vom Licht eines Siemens'schen electro-dynamischen Brenners gibt nach 2 Minuten unter einem dünnen Negativ eine Copie, ebenso Pigmentpapier[54]).

Woodbury wendete 1866 zuerst das ohne Batterie mittelst eines electro-magnetischen Apparates erzeugte electrische Licht zur Erzeugung seiner Photoreliefmatrizen an[55]). Er beobachtete, dass das electrische Licht härtere Copien als das Sonnenlicht gab und dass er länger als in der Sonne exponiren musste[56]).

Dujardin in Paris stellt mittelst des electrischen Lichtes die Chromatgelatine-Platten her, welche er zur Herstellung der Druckplatten für die Photogravure und Zinkographie braucht; die Chromatgelatine wird zu diesem Zwecke unter einem Negativ nur 20 bis 40 Minuten belichtet.

Nach Rodriguez macht man im Geographischen Institut in Portugal von dem electrischen Lichte einen noch ausgedehnteren Gebrauch. Daselbst wird eine Gramme'sche magneto-electrische Maschine verwendet, welche ungefähr 2000 Kerzen Leuchtkraft hat und 60 Bunsen'schen Elementen (von 20 cm) äquivalent ist. Das electrische Licht dient sowohl für die Belichtung der mit Chromatgelatine überzogenen Papiere und Platten, sondern auch für Asphaltschichten, sowie zur Erhellung der Pläne und Karten etc., welche mit der Camera (nasser Negativprocess) aufgenommen werden sollen. Demgemäss können photolithographische Umdruckpapiere, die Heliographien auf Kupfer und Zink bei electrischem Licht hergestellt werden[57]).

Garnier exponirte seine Zucker-Chromat-Platten für Heliogravure unter einem Diapositive dem electrischen Lichte 3 Minuten, während er in der Sonne 1 Minute brauchte[58]).

Zu Vergrösserungen kann man das electrische Licht an Stelle des Sonnenlichtes mit Vortheil verwenden. Einen derartigen Vergrösserungsapparat

52) Photogr. News. 1871. Bd. 5, S. 279. Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1862. Bd. 5, S. 20.

53) Humphrey's Phot. Journ. 1861. Bd. 13, S. 348 aus Brit. Journ. of Phot. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 110.

54) Bolas, Yearbook of Photogr. 1879. S. 55.

55) Phot. Archiv. 1866. S. 227.

56) Phot. Archiv. 1868. S. 49.

57) Rodriguez, La section photographique de la direction générale des travaux géographiques du Portugal. 1877. S. 20.

58) Phot. Mitth. 1882. Bd. 18, S. 242.

legte Dubosq[59]) am 15. Februar 1861 der französischen photographischen Gesellschaft vor. Dieser Apparat bestand aus einem kupfernen Kasten und Säulen, auf einem Holzsockel angebracht (Fig. 18).

Im Mittelpunkte des Gehäuses befinden sich die zwei Kohlenspitzen $+B$ und $-B$ (Fig. 19), die mittelst des Regulators mit einer Batterie von 50 Elementen in Berührung gebracht wurden und die eine 5 mal geringere Lichtkraft gaben, als die Sonne bei gleichen Oeffnungen für den Durchgang des Lichtes. Ein System zwei planconvexer Linsen (Condensatoren) war etwas jenseits seines Brennpunktes in Bezug auf das Kohlenlicht derart angebracht, dass man einen Kegel von convergirenden Strahlen erhielt, in dessen Richtung ein Doppelobjectiv E, das vergrössernde System des Apparates, zu stehen kam, welches das Bild des zu vergrössernden Negatives D, das sich nahe der Linsen C befindet, vergrössert. Ein concaver Spiegel A ist hinter dem leuchtenden Flammenbogen angebracht und concentrirt die Strahlen auf den Flammenbogen selbst, so dass dessen Glanz um das Doppelte vergrössert wird.

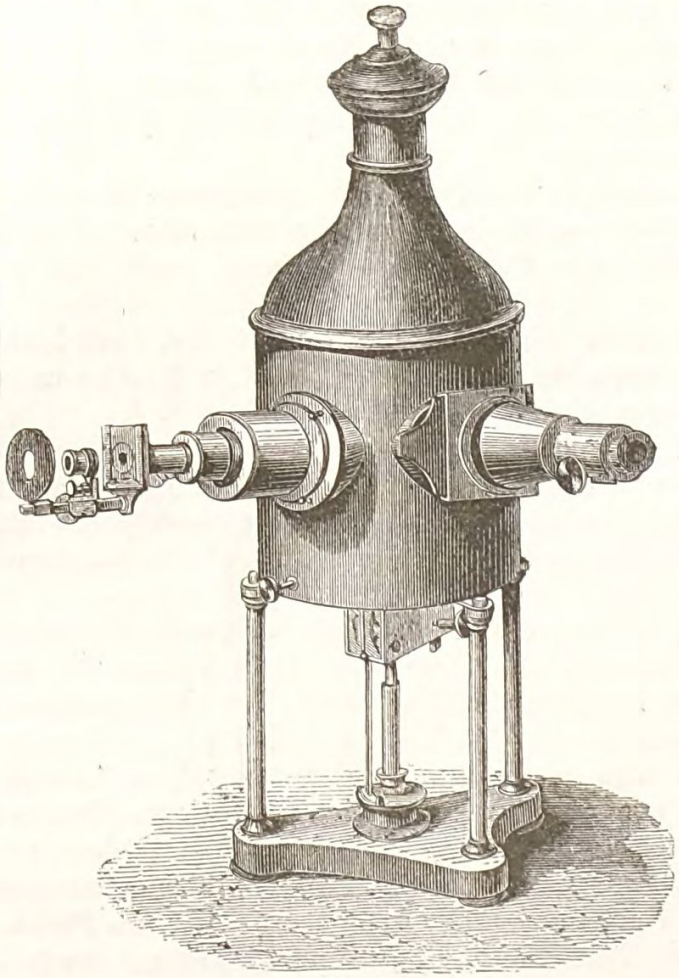


Fig. 18.
Dubosq's Vergrösserungsapparat mit electrischem Licht.

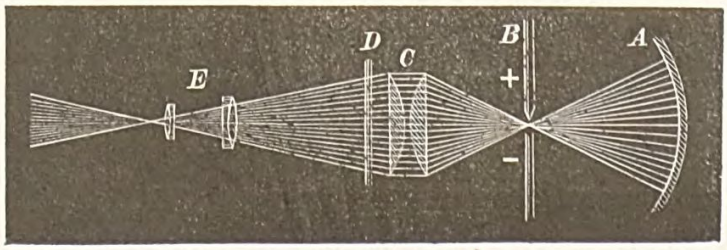


Fig. 19.
Dubosq's Vergrösserungsapparat mit electrischem Licht.

Einen ähnlichen Apparat benutzte Liesegang[60]) anfangs der Sechsziger Jahre und das Princip ist heute noch beibehalten, wenn auch die Form sich manigfach geändert hat, worüber weiter unten (Capitel Vergrösserungen) ausführlich berichtet werden wird.

Thouret legte im Juni 1864 der französischen photographischen Gesellschaft Vergrösserungen bei electrischem Licht auf Chlorsilberpapier vor[61]).

59) Bulletin Soc. franç. Bd. 7, S. 58. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. Bd. 4, S. 55.
60) Liesegang, Handbuch der photographischen Verfahren mit Silberverbindungen. 1880. S. 480.
61) Bulletin Societ. franç. Phot. 1864. S. 169.

In grossartigem Massstabe wendet Winter in Wien seit 1877 bei der Herstellung seiner Vergrösserungen auf Leinwand etc. (Linographien) das electrische Licht einer Siemens'schen Maschine an. Er arbeitet hierbei mit demselben Lichte nach drei Seiten hin (s. Fig. 20).

Das electrische Licht befindet sich bei *a*; bei *b* sind die Condensatoren und bei *c* die zu vergrössernden Negative mit den Vergrösserungslinsen, ähnlich wie in der vorstehenden Zeichnung ersichtlich, angebracht; bei *d* befindet sich die Leinwand auf Schirmen aufgespannt, welche mittelst Rollen auf Schienen laufen; durch Zwischenwände *d* sind die drei Räume separirt.

Das sensibilisirte (Jodbromsilber haltige) Gewebe wird, wie sonst bei Vergrösserungen exponirt und zwar je nach dem Massstabe der Vergrösserung und der Dichte der Negative 1 bis 5 und 15 Minuten und darüber, nämlich so lange bis das Bild sichtbar zu werden beginnt, wonach mit saurer Pyrogalluslösung entwickelt wird[62]). — Heid in Wien exponirt seine Vergrösserungen auf Chlorsilberpapier und Leinwand beim Licht einer Siemens'schen Maschine gleichfalls bis das Bild schwach sichtbar ist und entwickelt dann mit Gallussäure; beim Vergrössern einer Visitkarte auf halbe Lebensgrösse dauert dies ungefähr 10 bis 15 Minuten.

Das electrische Licht wurde auch zu directen Vergrösserungen auf Platinotyppapier benutzt und zwar in New-York schon seit 1879 mit Erfolg; das Licht wurde in den Brennpunkt einer Sammellinse gebracht und nach einem Negativ das vergrösserte Bild auf ein Platinpapier entworfen. Die Exposition betrug 5 bis 30 Minuten[63]).

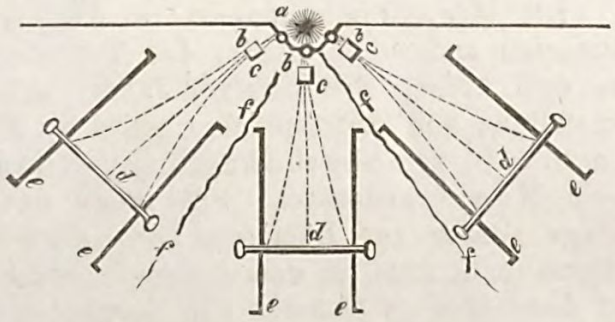


Fig. 20. Winter's Vergrösserungsapparat.

Weiteres über Vergrösserungs-Apparate etc. s. das betreffende Capitel.

Auch zur vergrösserten Photographie von mikroskopischen Objecten („Mikrophotographie") wurde das Kohlenlicht von ungefähr 50 Bunsen'schen oder Grove'schen Elementen benutzt (Moitessier[64]), Woodward[65]) u. A.). Man erreicht hierbei den Vortheil, keines Heliostaten, Reflexionsspiegels etc. zu bedürfen und arbeitet zufolge der grösseren Constanz und Gleichmässigkeit sogar sicherer, als mit Sonnenlicht. Woodward schaltet vor dem Lichte eine Glaswanne mit blauer ammoniakalischer Kupferlösung ein, um die Augen zu schonen und die nicht wirksamen Strahlen abzuhalten.

2. Nacht-Ateliers mit künstlichem Licht.

Durch die Fortschritte in der künstlichen Beleuchtung und namentlich durch die Auffindung von Lichtquellen, welche sehr actinisches Licht geben, ist man dahin gelangt, photographische Negative nach Porträten bei künstlichem Lichte herzustellen. Diese Einführung erlaubte die Aufnahme bei

62) Phot. Archiv. 1879. S. 35. Deutsches Patent Nr. 3498 vom 25. Juli 1877.
63) Willis, Phot. News. 1881. S. 232.
64) Moitessier-Benecke, Die Photographie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung. 1868.
65) Bullet. Societ. franç. 1878. S. 102.

Tag und Nacht und in der That existiren Ateliers, welche von Mittag bis Mitternacht für das Publicum geöffnet sind. Dabei mag zum Theil die Sucht nach Curiositäten mit im Spiele gewesen sein, jedoch kann keineswegs die grosse practische Bedeutung der Ateliers mit künstlichem Lichte für lichtarme, nebelige Städte bezweifelt werden, abgesehen davon, dass die Errichtung derartiger Ateliers in der Nähe von Unterhaltungs-Localitäten, worin Bälle etc. abgehalten werden, pecuniär von Vortheil sein dürfte.

Die Wichtigkeit und Neuheit dieser Sache ist der Grund, warum die Porträt-Ateliers mit künstlichem Licht hier unter dem Namen „Nacht-Ateliers" besonders beschrieben sind, während die anderen Anwendungen des künstlichen Lichtes in der Photographie zerstreut abgehandelt werden; da für die Porträt-Ateliers gegenwärtig von den künstlichen Lichtquellen nur das electrische und Gaslicht, sowie das bengalische Weissfeuer von Belang sind, so sind diese speciell hervorgehoben und zwar eignen sich die beiden ersteren besonders für den dauernden grossen Betrieb, das letztere für kleinen unterbrochenen Betrieb.

A. Nacht-Ateliers mit electrischem Licht.

Die Idee, Photographien in der Camera bei künstlichem Lichte aufzunehmen und so im Atelier das Tageslicht entbehrlich zu machen, stammt aus dem Anfang der vierziger Jahre. Claudet dachte 1841 schon an die Herstellung von Porträtphotographien bei Nacht (s. S. 142), Lucenay (1852 s. o. S. 110) sprach sich ähnlich aus, Gaudin und Delamarre (1854 s. o.), sowie Moule gedachten 1857 schon des Vortheiles, den Reflectoren und farbige Gläser zur Dämpfung des allzu grellen bengalischen Lichtes gewähren (s. S. 122), so dass die später mehrfach erhobenen Prioritätsansprüche auf diese Idee zu Gunsten der Genannten zurückgewiesen werden müssen.

Ohne passende Reflectoren und Lichtblenden lassen sich keine hübschen Porträts bei künstlichem Licht erzielen; leider wird aber dadurch ein grosser Lichtverlust bedingt. Es lässt sich nicht jede actinische Lichtquelle zu practischen photographischen Zwecken benützen; es ist hierbei neben der Lichtkraft noch der Kostenpunct, die leichte Handlichkeit, die Gefahrlosigkeit etc. massgebend.

Gegenwärtig wird vor Allem das electrische Licht benutzt, welches die universellste photographische Verwendung gestattet und an Kraft die anderen Lichtquellen übertrifft, dann das Gaslicht und endlich für unterbrochenen Betrieb bei Porträtaufnahmen oder für transportable Ateliers etc. das bengalische Weissfeuer

Lucenay brachte das electrische Licht oder einen Zündsatz 1852 in den Brennpunkt eines parabolischen Reflectorschirmes, um parallele Strahlen zu erhalten. Für Porträts dämpfte er schon das Licht ab, indem er ein blaues Glas vorschob und statt eines glänzenden Reflectors einen unpolirten benutzte[66]).

Gaudin und Delamarre liessen sich 1854 sogar (ohne auf die Priorität Lucenay's Rücksicht zu nehmen) die Anwendung des electrischen Lichtes und des bengalischen Feuers zur Porträtphotographie patentiren, ohne dass das Patent zur Ausübung kam. Sie brachten das Licht im Brennpunkt eines parabolischen Spiegels von $1^1/_2$ m (aus versilbertem Kupfer) an;

66) Patent am 30. October 1852. Abridgements of the Specifications relating to Photogr. 1861. S. 18.

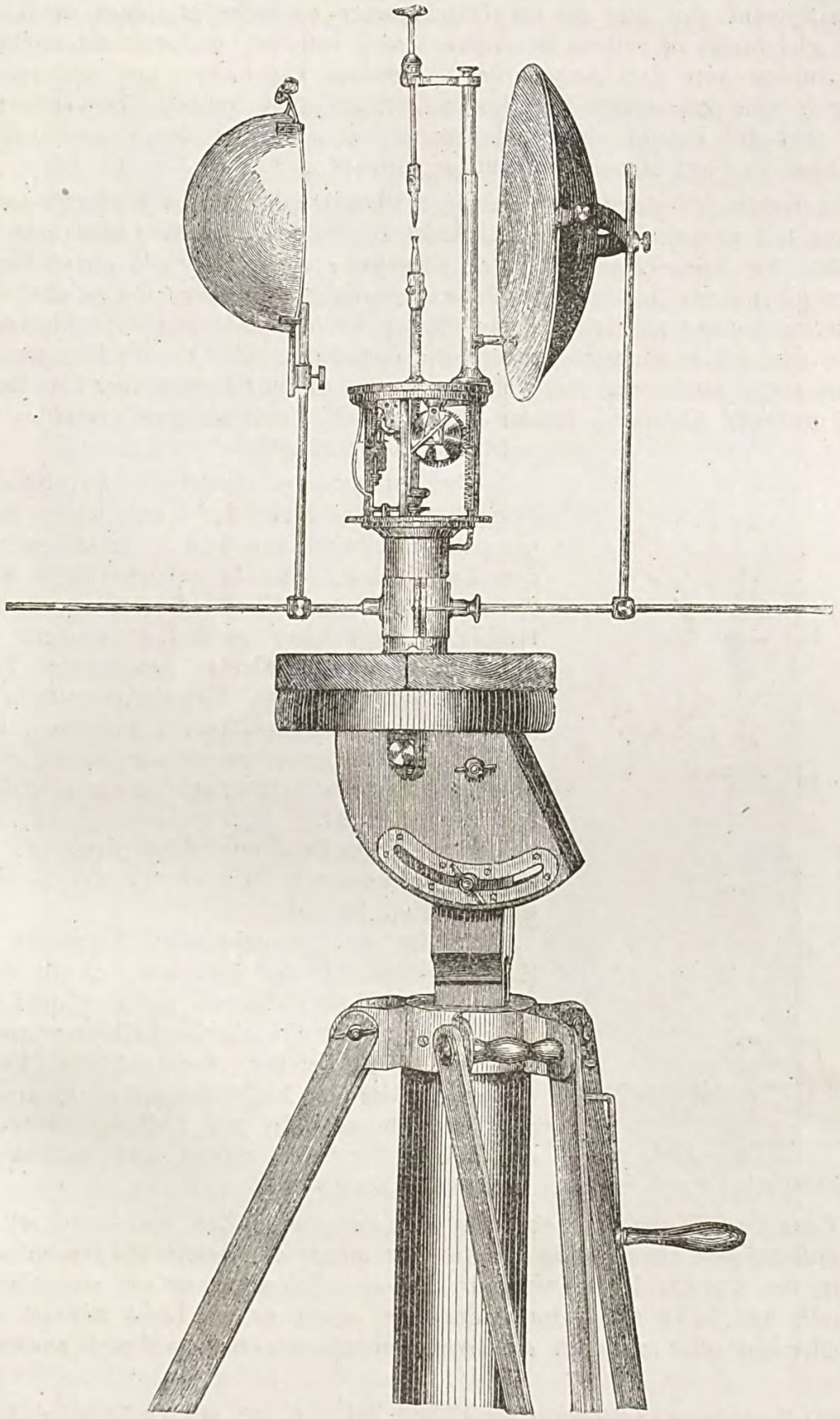


Fig. 21.
Electrische Lampe nach Ost.

zwischen diesem Spiegel und der sitzenden Person wurde ein zweiter sphärischer Spiegel von nur 30 cm Durchmesser so befestigt, dass die Lichtquelle gleichfalls in seinem Brennpunct sich befindet, wodurch einerseits die Lichtstrahlen von den Augen des Sitzenden abgehalten und andererseits wieder in den parabolischen Spiegel zurückgeworfen werden. Das reflectirte Licht traf die Person nicht unmittelbar, sondern fiel durch blaues Glas; das Local war mit blauem Papier ausgeklebt[67]).

In Oesterreich war Ost[68]) der erste Photograph, der die Beleuchtung des Ateliers mit electrischem (galvanischem) Lichte bei Porträt-Aufnahmen einrichtete. Er beleuchtete mit zwei Flammen, und zwar mit einer Hauptflamme (durch 80 Bunsen'sche Elemente erzeugt), welche die Schlaglichter lieferte, und einer zweiten Flamme (durch 40 bis 50 Bunsen'sche Elemente), welche die Schlagschatten der ersteren mässigte. Die zweite Flamme war kleiner, stand entfernter und beleuchtete von unten (Distanz über dem Boden 1 m), während die Hauptflamme höher stand (2 m über dem Boden). Den benützten Apparat zeigt Fig. 21.

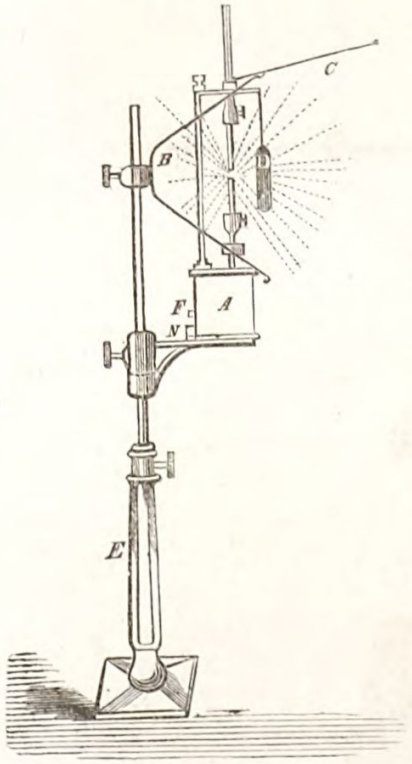


Fig. 22.
Electrische Lampe nach Jarman.

Der sphärische (eventuell parabolische) Spiegel wirft das Licht durch eine blaue, transparente Halbkugel aus Glas, welche letztere den Zweck hat, das Licht dem Auge wohlthuender und den Blick offener zu machen. Dasselbe kann (aber nach Ost weniger gut) durch mit blauem Firniss getränkten Taffet erreicht werden. Die Expositionszeit betrug (auf nassen Collodionplatten) 7 Secunden, steht also dem eines sonnenhellen Tages nach; gegenüber einem trüben Wintertage ist das electrische Licht im Vortheil.

Einen ziemlich ähnlichen Apparat construirte Jarman[69]) wieder im Jahre 1881, welchen Fig. 22 zeigt.

A ist der automatische Regulator der Kohlenspitzen, *B* der Reflector, *C* ein weiter oben angebrachter Reflector, welcher Licht nach abwärts wirft, *D* ein kleiner halbtransparenter Papierschirm, welcher das auf die Person direct einfallende Licht mildert, *P* und *N* die Verbindungen für die Leitungsdrähte, *E* das Stativ, welches Heben und Senken des Lichtes gestattet.

Van der Weyde beschäftigte sich in neuerer Zeit eingehend mit der Verwendung des electrischen Lichtes der magneto-electrischen Maschine im Atelier für Porträt-Photographien. Schon 1876 nahm er ein einschlägiges Patent[70]) und 1878 ein anderes ähnliches, worin er das Licht mittelst eines parabolischen oder anderen concaven Reflectors zurückwarf und ausserdem

67) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 110, aus La Lumière. S. 109.
68) Phot. Corresp. 1864. Bd. I, S. 12 und 72.
69) Phot. Yearbook für 1882. S. 155.
70) Abridgements of the Specifications relating to hotographie. III. 1878. S. 103.

einen opaken oder halbdurchscheinenden Schirm zwischen der Lichtquelle und der sitzenden Person einschaltete, um das directe Licht zu zerstreuen [71]).

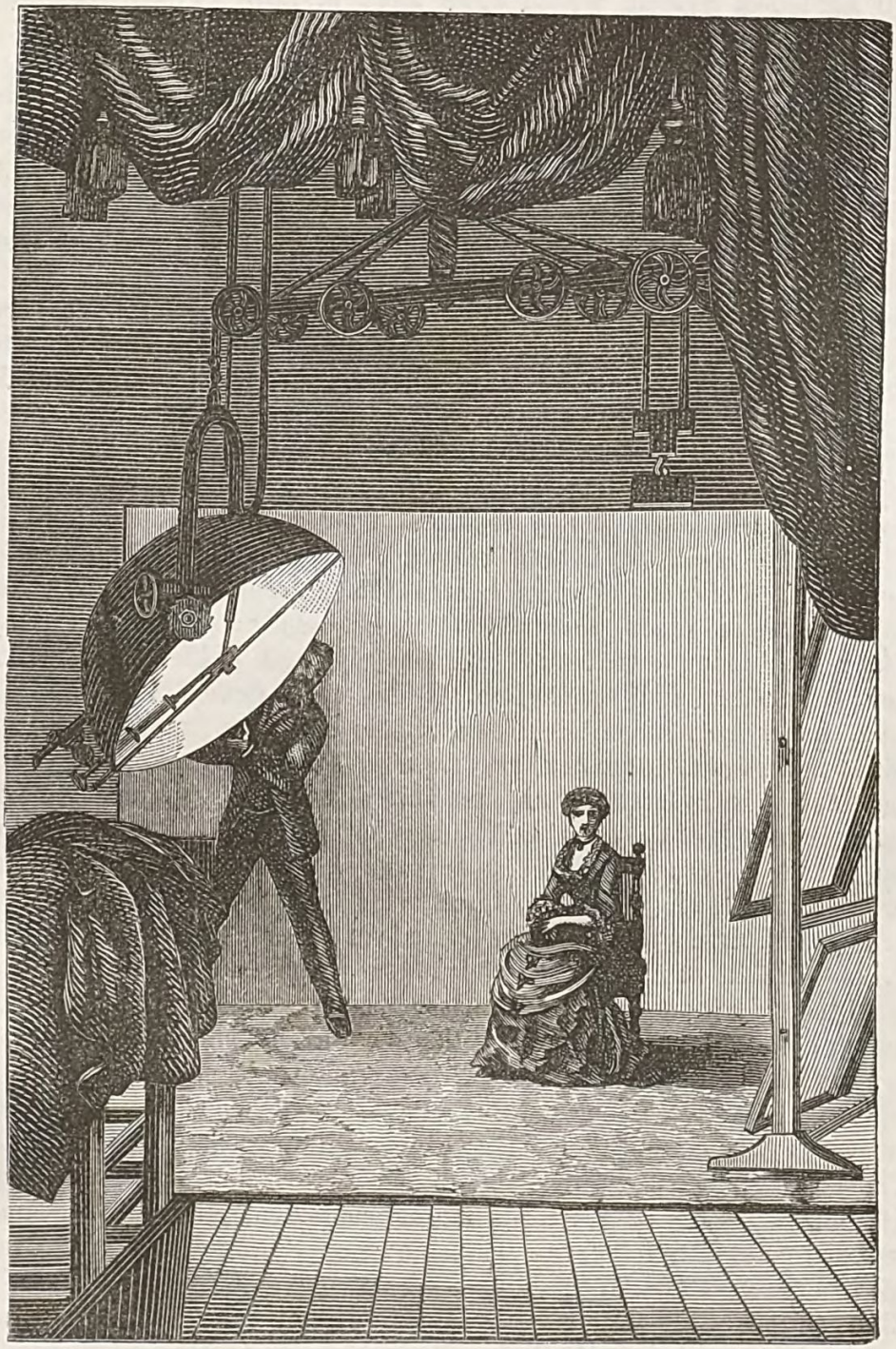


Fig. 23. Atelier bei electrischem Licht von Liébert.

Es lässt sich nicht leugnen, dass von Van der Weyde der Aufschwung der „Photographie bei Nacht“ datirt, da er die „Nacht-Ateliers“ in der Praxis in sehr vortheilhafter Weise zur Ausführung brachte.

71) Phot. News. 1879. S. 99. Als Reflector kann im Nothfall ein Regenschirm verwendet werden, dessen Stock abgeschnitten und dessen Innenseite mit weissem Papier ausgeklebt ist; mitten in die Höhlung wird die Lichtquelle gebracht.

Van der Weyde stellte in der Pariser Weltausstellung 1878 sehr gelungene Versuche aus, das electrische Licht im regulären Porträtgeschäft einzuführen[72]).

Ein ähnliches System wurde dann auch in zwei Pariser Ateliers, nämlich von Liébert und Petit eingeführt und zu Aufnahmen in den Abendstunden verwendet[73]).

Zur Beleuchtung wurde von Liébert das Licht einer electro-magnetischen Gramme'schen Maschine verwendet, welche mit einer Gaskraftmaschine von 5 Pferdekräften in Bewegung gesetzt wird. Die electrische Flamme von 3000 bis 4000 Kerzen Leuchtkraft befindet sich in der Nähe einer kleinen Reflexionsscheibe, welche sich im Centrum eines grossen kugelartig gewölbten Schirmes von circa $1^1/_2$ bis 2 m Durchmesser befindet (Fig. 23). Das Innere des Schirmes ist mit weissem Papier überzogen; das Licht fällt also nicht direct auf das Modell (wodurch grelle Lichter und Schatten und unschöne harte Bilder entstehen würden), sondern dasselbe erscheint der doppelten Reflexion des Lichtes zufolge sehr sanft beleuchtet, mit zarten Uebergängen und reichen Halbtöneu. Der Reflector ist am Plafond befestigt und nach allen Richtungen durch Rollen, Hebel und Gegengewichte beweglich (Fig. 23), so dass man die Lichtstrahlen verschiedenartig auf das Object auffallen und die Beleuchtung wechseln lassen kann. Anfangs soll das glänzende Licht wohl ein wenig blenden, aber in kurzer Zeit gewöhnt man sich daran. Die Expositionszeit ist etwa ein Drittel länger als bei normalem Tageslicht. Das Licht ist immer annähernd gleichmässig und Fehler zufolge einer unrichtigen Belichtung sind unmöglich. Wenn man Bromsilbergelatine-Platten anwendet, kann man augenblicklich Porträte zu jeder Stunde des Tages und der Nacht anfertigen. (Kosten gegenwärtig 15000 Franken.)

Levitsky in Petersburg arbeitet mit demselben Apparate wie Liébert. Sein electrisches Licht ist so hell, dass er Porträte auf nassen Platten in nicht mehr als 4 Secunden aufnehmen kann[74]); um Mitternacht nahm er ein grosses Gebäude auf, welches durch vier electrische Flammen beleuchtet war[75]). — Dutkiewicz in Warschau versichert, dass der regelmässige Betrieb im „Nacht-Atelier" sehr leicht sei, weil das Licht als constante Grösse keinen Irrthum in der Expositionszeit zulässt; er exponirte seine Porträts auf nassen Platten für Visitkarten auf hellem Hintergrunde 15 Secunden, auf dunklem Hintergrunde 20 Secunden; Rembrand-Bilder um die Hälfte mehr. — In Wien wurde das erste photoelectrische Atelier im Februar 1882 von Stagel und Eckel errichtet.

Um eine gleichmässigere Beleuchtung zu erzielen, hat man, wie Ost (S. 116), bei Porträt- oder Gruppenaufnahmen zwei electrische Flammen im Atelier verwendet, welche von verschiedenen Seiten Licht auf das Object warfen[76]).

Eine andere Einrichtung, als die Liébert'sche, hat Ronzelen in Berlin in seinem Porträt-Atelier angebracht (Fig. 24). Er besitzt eine Siemens'sche electro-magnetische Maschine von 2000 bis 3000 Kerzen, die von einer vierpferdigen Gasmaschine getrieben wird. Das Licht befindet sich nicht innerhalb des Papierreflectors, wie beim vorigen, sondern auf

72) Phot. Arch. 1879. S. 6.
73) Phot. Corresp. 1879. S. 34 und 211.
74) Phot. News. 1881. S. 209.
75) Phot. Mitth. 1880. Bd. 17, S. 216.
76) Phot. News. 1880. S. 37.

einem eisernen Postament, welches auf dem Fussboden steht und hin- und hergeschoben werden kann. Da die directe Beleuchtung leicht zu tiefe Schatten gibt, so ist folgende Einrichtung getroffen: Ein Metallreflector, in welchem das electrische Kohlenlicht brennt, wirft die Strahlen auf den ziemlich flachen, an der Decke aufgehängten Papierschirm von circa 2 m

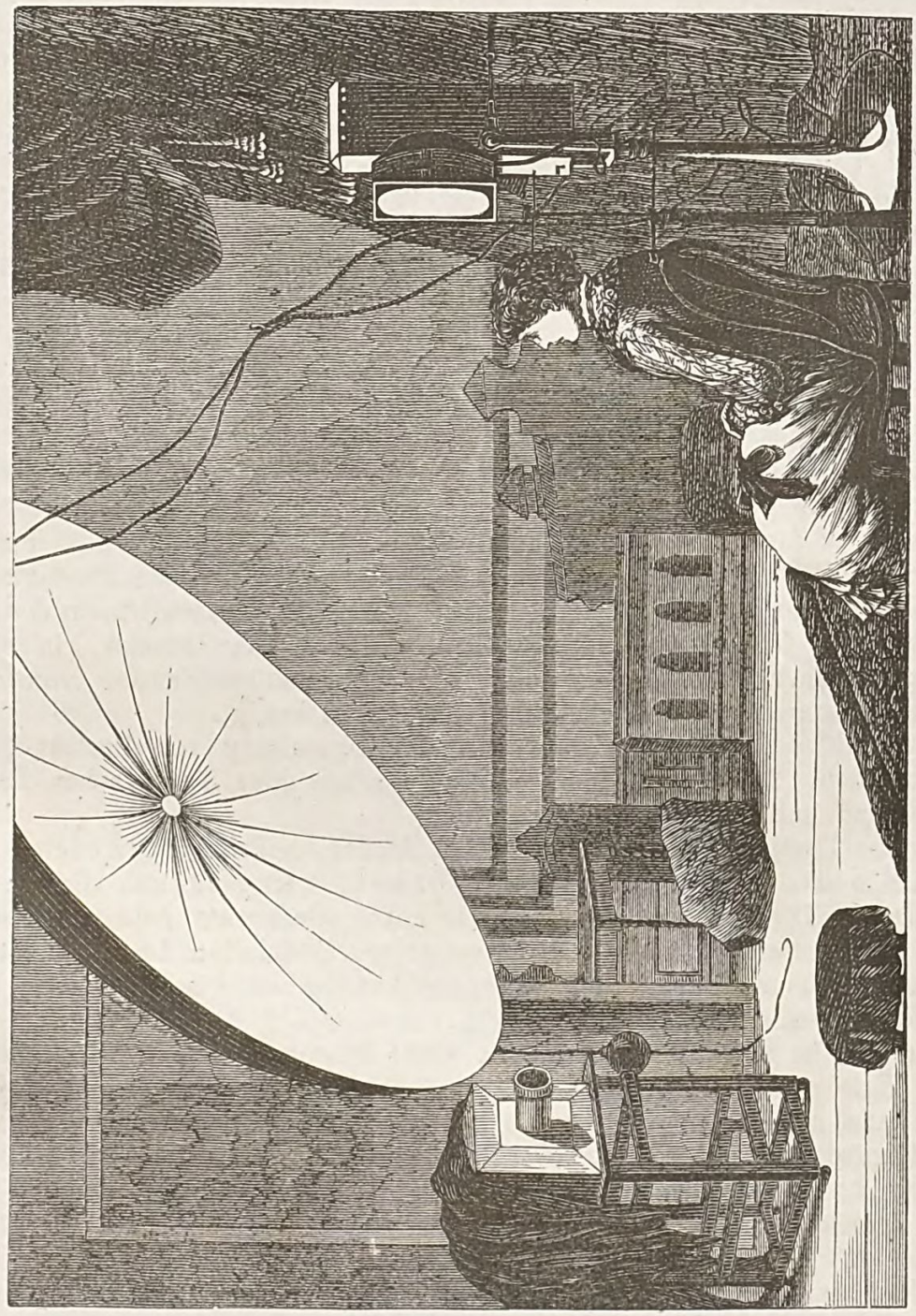


Fig. 24. Atelier bei electrischem Licht von Ronzelen.

Durchmesser und erleuchtet diesen sehr hell. Dieser Schirm gleitet mittelst Rollen auf stählernen Schienen und kann leicht in jede beliebige Lage eingestellt werden. Das gedämpfte Licht strahlt auf das porträtirende Object zurück. Dadurch wird die Helligkeit auf 30 Procent vermindert. Die Helligkeit ist keine unangenehme; das Auge der Aufzunehmenden wird durchaus nicht geblendet. Die Expositionszeit beträgt auf Bromsilbergelatine-

Platten 9 bis 10 Secunden. Selbst eine Gruppe von circa 5 Fuss Breite konnte mit dem Licht ziemlich gleichmässig erleuchtet werden[77]).

Waterhouse[78]) fand das electrische Licht auch zur Reproduction von Karten, Plänen, Zeichnungen und Gravirungen tauglich. Es soll sehr bequem für dieses Genre wegen der Gleichmässigkeit in der Intensität sein, weil der Operateur immer denselben Grad der Expositionszeit treffen kann. Ein anderer damit verbundener Vortheil ist die Leichtigkeit, mit welcher man derartiges Licht unter einem gewissen Winkel auf den Plan fallen lassen kann; es werden dann die Effecte bei ein und demselben Genre von Arbeiten gleichartig. Schliesslich ist man von der Zeit unabhängig und kann bei Tag und bei Nacht arbeiten. Auch Doyle[79]) erwähnte der Vortheile dieses Lichtes bei der Reproduction von Zeichnungen und im geographischen Institute zu Lissabon, im Reproductionsatelier des königlichen Generalstabes in Berlin, im Etablissement Siemens und Halske in Berlin arbeitet man thatsächlich damit (vergl. auch S. 104).

B. Nacht-Ateliers mit Gaslicht.

Porträte bei Gaslicht wurden 1857 zuerst in London gemacht. Die Belichtung soll $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Minuten gedauert haben und die Bilder selbst nicht besonders gelungen sein[80]).

Es ist in der That durch neuere Versuche nachgewiesen, dass bei gewöhnlichem Gaslicht selbst auf Bromsilbergelatine-Platten die Photographie von Porträten so gut wie unmöglich ist. Durch die Fortschritte in der Construction von Gasbrenner ist man heute in die Lage gesetzt, in einem Leuchtgasbrenner eine Flamme oder eine Flammencombination von einer Helligkeit zu erzeugen, welche 1000 Kerzen übersteigt.

Nur mit derartigen Gaslampen ist die Herstellung von Porträt-Negativen möglich. Das Licht einer Wigham'schen oder Sugg'schen Lampe ist genügend hell, um dies zu gestatten.

Solche Lampen lassen sich in allen Ateliers anbringen, welche genügend weite Gasleitungröhren haben, um genügende Gasmengen zuzuführen. Die Lampen geben grosse Hitze (Gegensatz zum electrischen Licht) und gestatten bis jetzt keine so grosse Modulation der Beleuchtung, wie das durch mehrfache Reflexion gemilderte electrische Licht; dagegen sind die Kosten geringer.

Law[81]) in Newcastle nimmt seit 1880 Photographien bei Gaslicht mit bestem Erfolg auf, natürlich mit Hilfe von Gelatineplatten; sein Apparat besteht aus einer intensiven Lampe mit zweckmässigem Reflector. Derselbe ist beifolgend abgebildet (Fig. 25). Der Brenner steckt auf einer Eisensäule mit Fuss *A*, $1^1/_2$ m hoch. Ueber dem Rundbrenner befindet sich ein Schornstein, dessen unteres Ende *B* aus Glimmer besteht, der durch die Hitze nicht leidet. Ein Hahn *C* dient zur Absperrung. Derselbe ist so arrangirt, dass die Flamme nicht völlig gelöscht wird, sondern schwach weiterbrennen

77) Phot. Mitth. 1881. Bd. 17, S. 254 und 270. Kosten der Einrichtung circa 8000 bis 9000 Mark. Auch Leipziger Illustrirte Zeitung. 1881. S. 169.

78) Phot. Corresp. 1880. S. 211. Yearbook of Phot. für 1879. S. 38.

79) British Journ. phot. Almanac für 1880. S. 181.

80) Journ. d. Buchdrucker-Kunst. 1857. S. 273. Kreutzer, Jahrber. d. Phot. 1857. S. 527.

81) Phot. Mitth. 1881. Bd. 17, S. 127. Phot. News. 1880. S. 338 und 406.

kann. Der Brenner ist nach Wigham construirt, er hat 68 Oeffnungen, verbraucht 160 bis 200 Cubikfuss Gas pro Stunde und liefert eine Lichtstärke von 1250 Kerzen.

Der Reflector ist von galvanisirtem Eisen und mit Streifen versilberten Glases ausgelegt; der obere Theil liefert Oberlicht, die seitlichen Theile Seitenlicht. Er hängt an einer Eisenstange, um welche er leicht nach allen Richtungen gedreht werden kann; die Breite des Reflectors vorn ist 40 Zoll. Wenn er gebraucht werden soll, so ist sein Obertheil 6 Fuss über dem Boden, die Höhe der Seitenwände ist ebenfalls 40 Zoll. Ein Brenner von dieser Intensität nahe dem Modell ist etwas unangenehm, denn man fühlt das Licht und die Hitze. Um diese zu mildern, stellt Law zwischen Apparat und Person einen Schirm von blauem Glase 40 mal 40 Zoll gross auf. Der Schirm vermindert die Helligkeit nur um $^1/_4$. Für ein Visitenkartenbild wird 8 Secunden, für ein Cabinetbild 12 bis 15 Secuuden exponirt.

Obernetter photographirte mit einem Steinheil'schen Porträt-Antiplanet in 50 Secunden (?) einen bloss durch Gaslicht beleuchteten Saal auf Bromsilbergelatine[82]).

Weiteres über Gaslicht siehe unten S. 138.

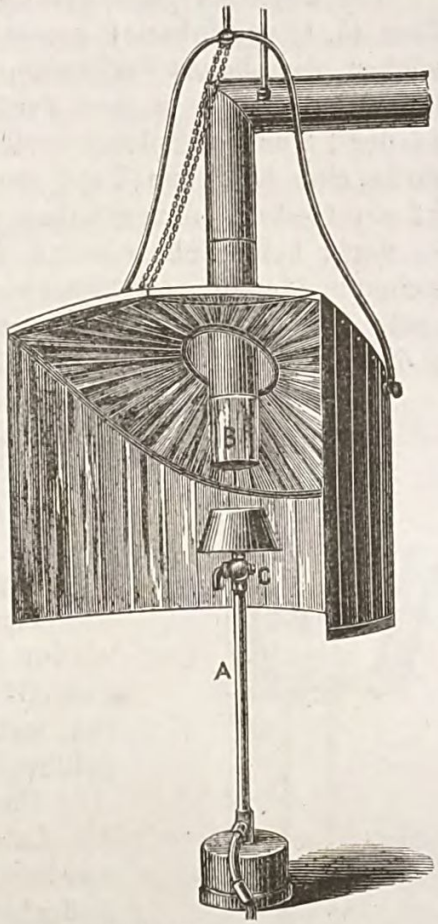


Fig. 25. Law's Gaslampe.

C. Nacht-Ateliers mit bengalischem Weissfeuer.

Das Licht von bengalischem Weissfeuer ist sehr kräftig und die breite Flamme desselben macht es geeigneter zur Porträt-Photographie, als Magnesiumlicht. Leider entwickeln sich erstickende Dämpfe, deren Ableitung nothwendig ist, wodurch das Verfahren complicirt wird.

Die Idee, einen Zündsatz als Lichtquelle bei photographischen Aufnahmen zu verwenden, findet sich schon 1852 in dem oben erwähnten (s. S. 110) Patente Lucenay's vor.

Gaudin und Delamarre liessen sich 1854 ein Patent geben, welches darin bestand, Porträte (ausser bei electrischem Lichte s. o. S. 114) bei einem bengalischen Feuer eines Gemenges von chlorsaurem Kali, Schwefel, Zucker und Harz 2 bis 3 Secunden zu erhalten. Die Flamme wurde in den Brennpunkt eines elliptischen Spiegels aus verzinntem Kupferblech gebracht[83]).

Moule nahm 1857 (18. Februar) ein specielles Patent auf die Verwendung von Zündsätzen zur Beleuchtung, wobei er auch der etwa hierbei mit Vortheil zur Dämpfung des Lichtes verwendbaren Reflectoren oder farbigen Gläser gedenkt[84]). Sein Patent lautete auf sein künstliches Licht

82) Phot. Mitth. Bd. 17, S. 294.
83) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 110, aus La lumière. S. 109.
84) Abridgements of the Specifications relating to Photogr. 1861. S. 82. Kreutzer, Jahrber. f. Phot. 1857. S. 528. Journ. of Phot. soc. London. Bd. 4, S. 99.

und die dazu gehörige Laterne; er ignorirte die Publicationen und Patente seiner Vorgänger.

Die mit Glas ganz geschlossene Laterne (Fig. 26) war aus galvanisirtem Eisen (d. i. verzinktem) gemacht und hatte am Obertheile ein weites Rohr, welches die beim Verbrennen der Masse sich entwickelnden erstickenden Dämpfe ab- und in das Freie leitete. An der Rückseite der Laterne ist auf der Figur der Spiegel ersichtlich; an der der Person zugewendeten Seite wurde eine hellblaue Tafel eingeschoben. Zum Gebrauch wurde die Laterne auf ein Gestell, das gehoben und gesenkt werden konnte, gesetzt, und in die darin befindliche eiserne, am Boden mit Sand bedeckte Schale eine hinreichende Menge von Feuerwerkssatz gegeben. Die aufzunehmende Person wurde 2 bis 4 Fuss vom Apparate entfernt postirt, und die Schale beiläufig in die gleiche Höhe mit dem Kopf gebracht. Das Bild wurde bei Lampen- oder Kerzenlicht eingestellt, die sensibilisirte Platte in die Camera gebracht, der Schieber der Cassette aufgezogen, die Masse in der Schale angezündet und die Thüre der Laterne schnell verschlossen. Die Exposition mit nassen Collodionplatten dauerte 15 bis 20 Secunden.

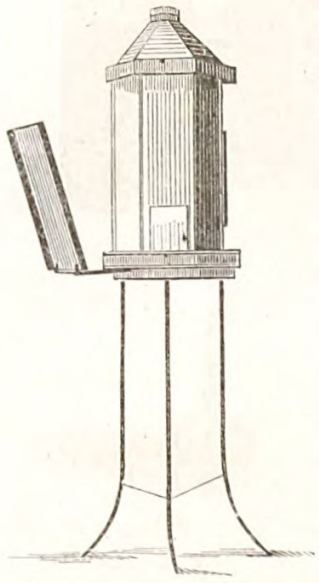


Fig. 26. Moule's Lampe.

Der alte Moule'sche Apparat wurde 1878 wieder hervorgesucht und von den Engländern Alder und Clarke mit einigen Modificationen 1878 patentirt und neu in die Praxis als „Luxograph" eingeführt[85]).

Das Wesen ihrer Neuerung bestand darin, dass die Laterne, worin der Feuerwerkssatz abgebrannt wurde[86]), mit matten Scheiben und einem grossen Reflector versehen wurde, wodurch das Licht zerstreut und gedämpft wurde und die damit beleuchteten Porträts in mildem Lichte erschienen. Durch ein Abzugsrohr wurden die gebildeten übelriechenden Verbrennungsgase in's Freie geleitet.

Es geschah eigentlich nichts anderes, als dass jene Vorrichtung, welche Van der Weyde zur Milderung des electrischen Lichtes anwendete, nunmehr auch beim Abbrennen des Feuerwerkssatzes angebracht wurde, — nämlich mattes Glas oder Mineralpapier, zwischen der Lampe und der zu porträtirenden Person und ein hohler Reflector aus weissem Papier von 1,2 bis 1,5 m Durchmesser hinter der Lampe.

Der Hohlspiegel wurde auch zur Vermehrung der Helligkeit aus lauter kleinen ebenen Spiegelstückchen mosaikartig zusammengesetzt. Das von demselben reflectirte Licht würde aber immer noch zu grell wirken, deshalb ist die Oeffnung des Spiegels mit feinem Seidenpapier überspannt. Das Einstellen wird mit Hilfe von kleinen Gasflammen besorgt. Die Exposition dauert auf Bromsilbergelatine-Platten 5 Secunden (und darüber).

Während der Deckel des Objectives geöffnet wird, entzündet man mittelst eines glimmenden Feuerschwammes oder glühenden Eisendrahtes un-

85) Phot. News. 1878. S. 548; 1879. S. 90 und 105.

86) Oder auch Magnesium etc., jedoch wurde das bengalische Weissfeuer der grösseren Billigkeit halber vorgezogen. — Salomon hatte schon lange vor Alder und Clarke Magnesiumlampen mit mattem Glase benutzt (Bulletin soc. franç. 1879. S. 17).

gefähr 30 g des Zündsatzes, welches Quantum ungefähr 10 Secunden lang brennt. Den Zündsatz gibt man entweder lose aufgehäuft in ein Schälchen oder füllt ihn in Papierpatronen von entsprechendem Fassungsraume (s. S. 135).

Alden in England transportirte den Apparat zu wiederholten Malen nach Localitäten, wo grosse Maskenbälle stattfanden. Dort postirte er sich in einem kleinen Zimmer neben dem Ballsaal und fertigte die ganze Nacht Costumebilder [87]).

Harrison [88]) benutzte zur Zerstreuung des Lichtes an Stelle der halbtransparenten weissen Schirme, solche von violetter oder blauer Farbe, welche dem Auge angenehmer ist.

Das Atelier ist mit Gas etc. beleuchtet. Auch das Einstellen auf der Visirscheibe geschieht mittelst Gaslicht. Natürlich muss Sorge getragen werden, dass nicht directes Gaslicht in den photographischen Apparat fällt.

Weil der Hintergrund verhältnissmässig weit von der Lichtquelle entfernt ist und die Beleuchtung mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt, so erscheint der Hintergrund im Bilde unerwünscht dunkel. Deshalb muss man denselben entweder dem Modell nähern, oder hellere Hintergrunde, als gewöhnlich, einwenden [89]).

Die Kosten von 30 g Zündsatz betragen nur einige Kreuzer.

Die Herstellung des Zündsatzes, sowie Weiteres über diesen Gegenstand s. unten S. 134.

3. Magnesium-Licht.

A. Magnesium an der Luft verbrennend.

Wird metallisches Magnesium mittelst einer Spiritus- oder Gasflamme an der Luft erhitzt, so entzündet es sich und verbrennt unter Entwicklung eines weissen Dampfes von Magnesia mit glänzendem Lichte, von dessen chemischer Wirksamkeit bereits S. 104 gesprochen wurde.

Das Magnesium gibt ein sehr wirksames und bequem herzustellendes Licht, dessen Kosten nicht beträchtlich sind, sobald es sich nicht um lange Expositionen handelt. Trotz des in den letzten Jahren bedeutend gesunkenen Preises desselben, kann es den Vergleich mit dem electrischen Licht in Bezug auf die Kosten bei gegebener Wirksamkeit nicht aushalten. Ueberdies ist der sich entwickelnde — allerdings unschädliche — Dampf hinderlich.

Man bedient sich auch heute noch des Magnesium, wenn schnell und ohne viel Apparate photographisch wirksames Licht erzeugt werden soll, insbesondere bei Negativ-Aufnahmen. Bei der Herstellung von Vergrösserungen hat es sich nicht eingebürgert, weil es weniger ruhig als das Kalklicht ist, so dass dem letzteren, sowie dem electrischen Licht in dieser Richtung der Vorzug gebührt.

Mit dem Schwanken des brennenden Drahtes ist ein Schwanken des erleuchteten Feldes auf der Visirscheibe und unter Umständen ein Vibriren des Bildes selbst verbunden, das natürlich nur zu unscharfen Resultaten führen kann.

Zu photographischen Versuchen von kurzer Dauer verdient aber das Magnesium alle Beachtung.

87) Phot. Mitth. 1881. Bd. 17, S. 164.
88) Bulletin soc. franç. 1879. S. 17.
89) Wurde von Carey Lea für Magnesiumlicht ausgesprochen, gilt aber auch hier (Bulletin soc. franç. 1866. S. 251).

Bunsen und Roscoë machten 1859 auf die bedeutende Actiniscenz des brennenden Magnesium aufmerksam. Sie erkannten dessen Werth als einfaches und sicheres Mittel zu photochemischen Massbestimmungen und als Erleuchtungsmaterial[90]).

Fast gleichzeitig mit den Genannten machte Crookes dieselbe Beobachtung und experimentirte sofort mit dem Magnesiumlicht, um es zu photographischen Aufnahmen zu benützen[91]).

Erst um das Jahr 1864 wurde das Magnesium in ausgedehnterem Masse photographisch verwendet, weil es mittlerweile fabriksmässig erzeugt und in den Handel gebracht worden war.

Um das Magnesium bequem verbrennen zu können, wurden Halter und Lampen construirt.

Der Halter für brennenden Magnesiumdraht in der einfachsten Form ist in Fig. 27 abgebildet.

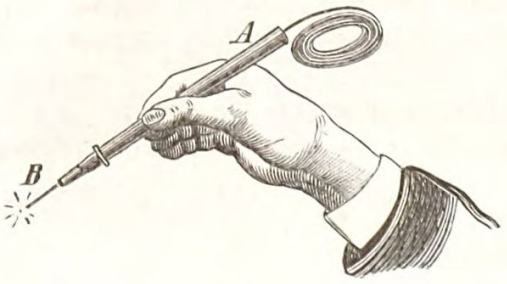


Fig. 27. Halter für Magnesiumband.

Derselbe kann da angewendet werden, wo nur geringe Mengen von Draht zu verbrennen sind. Man schiebt so viel Draht (Band) wie man verbrennen will, vor die Metallspitze *B* und zündet ihn an, indem man ihn einige Secunden ruhig in der Flamme eines Streichhölzchens oder besser einer Weingeistflamme hält. Er brennt bis ungefähr $^1/_2$ cm von der Metallspitze. Wenn man ihn auslöschen will, zieht man ihn einfach bei *A* zurück[92]).

Magnesiumlicht ist jedoch ohne Anwendung einer Uhr, welche den verbrennenden Draht regelmässig vorwärts schiebt, in Combination mit einem Reflector für längere Beleuchtung nicht gut practicabel. Die ersten Versuche zur Construction von Magnesiumlampen rührten von Mather in Salford und Hart in Kingland her, bei welchen der Draht mit der Hand von einer Spule abgewickelt wurde und durch ein Röhrchen in die Flamme einer Spirituslampe geleitet wurde[93]). Der Amerikaner Alonzo Grant liess die Abwicklung des Drahtes von der Spule durch ein Uhrwerk besorgen und concentrirte die Strahlen durch hohle Metallspiegel; diese Form ist noch heute ziemlich allgemein beibehalten.

Grant's Magnesiumlampe[94]) besteht aus einem in einer Blechkapsel *D* (Fig. 28) befindlichen Uhrwerke, welches bei *G* aufgezogen wird und zwei kleine mit Gummi überzogene Walzen an einander vorbeidreht. Der zu verbrennende in *A* vorräthig aufgerollte Magnesiumdraht ist bei *B* in das Uhrwerk eingefügt, und schiebt sich mittelst der Walzen durch das Messingröhrchen *DC* vor, um bei *C* angezündet werden zu können. Der Lichtpunkt befindet sich im Focus des Hohlspiegels. Durch einen in dem oberen Theil der Kapsel *B* befindlichen Windfang kann die Raschheit der Drahtbewegung regulirt werden; der kleine Hebel bei *F* dient zur Hemmung des

90) Poggendorff's Annal. Bd. 108, S. 266.
91) Phot. Archiv. 1864. S. 449.
92) Phot. Archiv. 1865. S. 91.
93) Phot. Archiv. 1865. S. 372 und 377.
94) Phot. Archiv. 1865. S. 246 und 1869. S. 310. Stein, Das Licht. 1877. S. 64.

Uhrwerkes, um ein sofortiges Erlöschen des Lichtes zu bewirken. — Wenn irgendwo längere Beleuchtung nöthig ist, erhält der Reflector einen Vorsatzrahmen mit Glas und Rauchfang.

Larkin liess 1866 eine Magnesiumlampe patentiren, in welcher Magnesiumpulver verbrannt wird. Das Metallpulver ist in einem grossen Reservoir enthalten, das am Boden mit einer kleinen Oeffnung versehen ist; durch diese fällt das Pulver in ähnlicher Weise, wie der Sand bei den Sanduhren. Um ein continuirliches Durchfliessen des Pulvers zu bewirken, mischt man das Magnesiumpulver mit feinem Sand. An der Ausgangsstelle der Oeffnung des Reservoirs fällt dies Pulver frei durch eine metallene Röhre, durch deren oberes Ende man einen Strom von gewöhnlichem Leuchtgas führt. Das Pulvergemenge fliesst mit dem Gasstrom nach unten, vereinigt sich an der Oeffnung und wird entzündet[95]). Die Lampe bürgerte sich nicht ein.

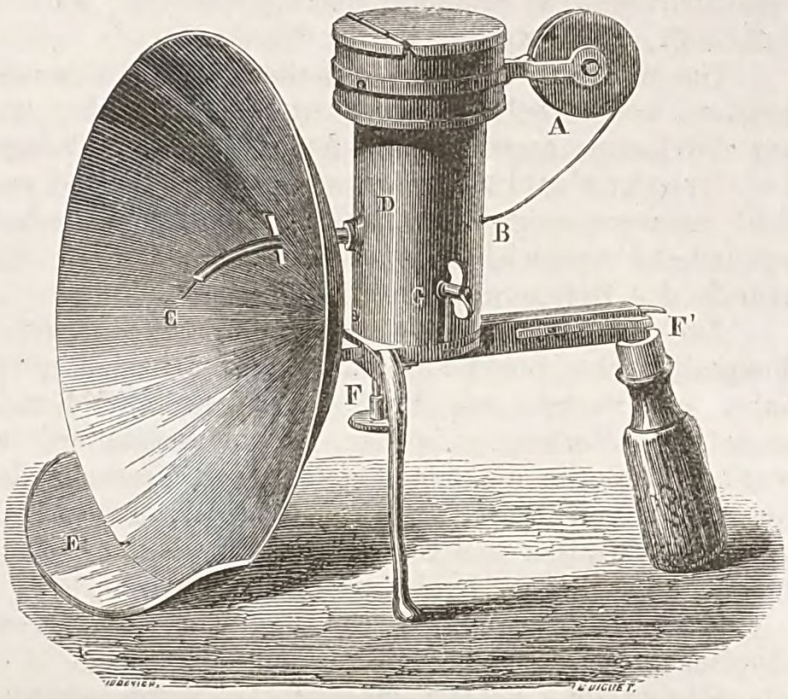


Fig. 28. Grant's Magnesiumlampe.

Der hinter dem brennenden Magnesium angebrachte Metall-Hohlspiegel verstärkt die Wirkung des Lichtes bedeutend. Die Wirkung einer Magnesium-Lampe ohne Reflector verhält sich zu der mit Reflector wie 1 : 3 (H. W. Vogel).

Um grössere Flächen zu beleuchten, construirt man weniger stark gewölbte Reflectoren für Magnesiumlampen, wie sie in Fig. 29 ersichtlich sind[96]).

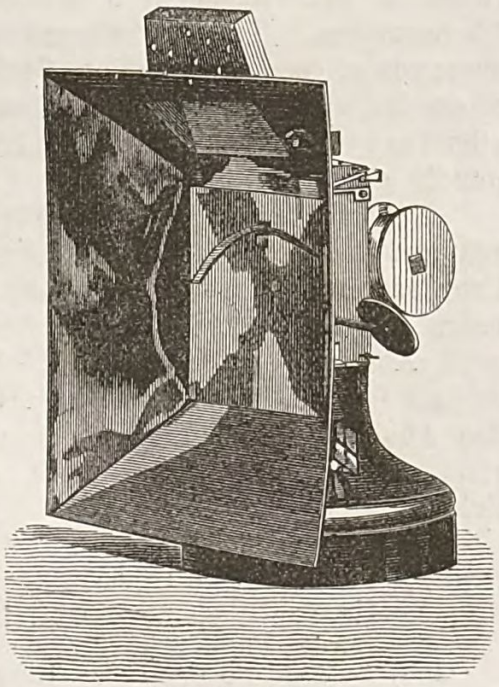


Fig. 29. Magnesiumlampe.

Um die ungewöhnliche, von einem Punkte ausgehende und fächerförmig über das Modell sich verbreitende künstliche Beleuchtung der gewohnten mit parallelen Strahlen ähnlich zu machen, rückt man die Lampen 8 bis 10 Fuss weit vom Modell weg. Es müssen jedoch dann zwei Lampen verwendet

95) Les Mondes. Bd. 12, S. 136. Dingler's Polyt. Journ. Bd. 182, S. 203.
96) Phot. Corresp. 1866. S. 36 und 74.

werden und trotzdem 60 Secunden lang auf nassen Collodionplatten exponirt werden[97]).

Da aber die von parabolischen Spiegeln reflectirten Strahlen häufig zu concentrirt sind, so empfiehlt sich ein einfacher, weisser rückwärts aufgestellter Schirm[98]), z. B. weisser Carton[99]).

Um weichere Bilder zu erhalten, lassen sich auch jene Kunstgriffe anwenden, welche beim electrischen Lichte erwähnt wurden. Z. B. kann man vor die Lampe angefeuchtete dünne Leinwand bringen[100]).

Brother's (1864) fand schon, dass die bei concentrirtem Magnesiumlicht aufgenommenen Porträte hart sind und deshalb das zerstreute Magnesiumlicht vorzuziehen ist. Ein Stück flachen Spiegels, das im Hintergrunde des Brenners befestigt ist, passt sehr gut.

Zur Erzeugung von photographischen Porträt-Aufnahmen wurde das Magnesiumlicht von Brothers in Manchester mit Erfolg verwendet. Er nahm ein Porträt von Prof. Faraday vor dem versammelten Publicum nach einer Vorlesung in der „Royal Institution" auf[101]). Im Juli 1864 wurden in Berlin die ersten gelungenen Versuche durch H. W. Vogel, in Gegenwart von Carl, Suck, Rémelé, Poggendorff gemacht, wobei mit nassen Platten und Eisenvitriol-Entwicklung eine Exposition von 55 Secunden und $19^1/_4$ g Draht erforderlich waren[102]).

Maddox verwendete es 1864 bei vergrösserten Aufnahmen mikroskopischer Objecte (Photomikrographie[103]).

Piazzi und Smith machten 1865 interessante Aufnahmen im Innern der grossen ägyptischen Pyramide[104]).

Geldmacher erhielt bei Magnesiumlicht Porträte in 70 Secunden (wenn er bei Tageslicht 5 Secunden nothwendig hatte) und Gypsmodelle in 45 Secunden. Transparentpositive nach Negativen waren in 2 Secunden ausexponirt (nasses Collodion-Verfahren). Auf Chlorsilberpapier wurde unter einem Negativ nach 5 Minuten nur ein sehr schwaches Bild erhalten, wobei allerdings für einen genügend kräftigen Abdruck $1^1/_2$ bis 2 Stunden nothwendig gewesen wären[105]).

Nadar, welcher die Pariser Katakomben bei electrischem Lichte photographirt hatte (s. S. 110), bediente sich bei Aufnahme der unterirdischen Canalbauten der Einfachheit halber des Magnesiumlichtes. Leth in Wien nahm (um das Jahr 1865) den Sarkophag der Maria Theresia in der Kaisergruft Abends bei demselben Lichte auf; Albert in München beleuchtete damals Gemälde und Fresken sofort in den Gallerien und machte dadurch das Abnehmen und Transportiren überflüssig (Luckhardt a. a. O.). Mariot nahm 1868 das Innere der Adelsberger Grotte bei Magnesiumlicht auf[106]).

97) Székely, Phot. Corresp. 1866. S. 75.
98) Pertsch, Phot. Corresp. 1866. S. 28.
99) Hart, Phot. Archiv. 1865. S. 372 und 1866. S. 155.
100) Bulletin de l'Associat. Belge de Phot. Bd. 2, S. 325, aus Brit. Journ. 1876. Nr. 818.
101) Phot. Mitth. 1864. Bd. 1, S. 49. Phot. Archiv. 1864. S. 208 und 449.
102) Phot. Mitth. 1864. Bd. 1, S. 60.
103) Phot. Arch. 1864. S. 453.
104) Bulletin soc. franç. 1865. S. 321, aus Photographic Journ. Phot. Archiv. 1865. S. 379.
105) Phot. Archiv. 1865. S. 160.
106) Phot. Archiv. 1868. S. 202.

250 cm Magnesiumband in einer Lampe mit Reflector verbrannt, bringen auf einem gesilberten Albuminpapier die Copie eines Negatives bei einer Entfernung von 9 cm hervor. Für die Erlangung einer ausexponirten Copie nach demselben Negativ auf Bromsilbergelatine-Platten mit Entwicklung genügt 1 cm Band, verbrannt ohne Reflector, in 36 cm Entfernung (H. W. Vogel). 130 cm Magnesiumdraht gestatten die genügend lange Exposition von Chromatgummi, um darauf ein Einstaubbild herzustellen.

Eine 7 Minuten lange Wirkung des Lichtes einer dynamo-electrischen Maschine von 800 Kerzen entspricht einer photographischen Wirkung (auf Chromatpapier) von 23,8 g Magnesium (s. S. 99 und 107).

Nach H. W. Vogel wirkt Magnesiumlicht nur auf sehr nahe Gegenstände genügend kräftig und es wird wesentlich durch den gebildeten Rauch beeinträchtigt. Er erzielte mit Magnesiumdraht nur Wirkungen bei Gegenständen, die nicht viel über zwölf Fuss von der Camera entfernt waren. Bei weiter entfernten Gegenständen war es fast nutzlos[107]).

Bedient man sich bei der Aufnahme einer Gruft etc. einer Magnesiumlampe, so ist die Expositionszeit deshalb sehr lange. Silvy exponirte z. B. mit nassen Platten 6 bis 18 Minuten[108]).

Magnesiumlicht wurde früher auch zum Copiren von Glasdiapositiven auf unempfindliche Collodion-[109]) oder Eiweiss-Trockenplatten benützt. Carbutt arbeitete z. B. mit letzteren und verbrannte bei einer Distanz von 18 Zoll ungefähr $1^1/_2$ bis 6 Zoll Draht; er entwickelte mit Pyrogallus[110]).

Magnesiumlicht liefert auf Jodbromsilber-Papier mit saurer Gallussäure-Entwicklung in $^1/_2$ Minute eine Vergrösserung von sechsfacher Ausdehnung des Negativs[111]); unter Umständen kann die Dauer der Exposition bis auf 2 Minuten steigen.

Beim Beleuchten mit Magnesium nehme man sich in Acht, dem Objectiv allzu nahe zu kommen. Plant bemerkte 1864, dass der Draht während des Verbrennens zuweilen kleine Metallkügelchen fortschleuderte, die in einem Falle die Sammellinse des photographischen Apparates verdarben[112]).

B. Magnesium in Sauerstoff verbrennend, Magnesium-Legirungen und verbrennendes Zink.

Die Helligkeit des Magnesiumlichtes steigt im Verhältniss von 64 : 110, wenn die Verbrennung in Sauerstoff anstatt in Luft geschieht (Troost[113]). Mc. Lellan fand, dass Magnesium in Sauerstoff verbrennend photographisch viel wirksamer ist, als beim Verbrennen an der Luft (s. o. S. 106).

Nach Leroux's Entdeckung (1865) erhält man ein ebenso intensives und viel wohlfeileres Licht, wenn man statt des reinen Magnesium eine Magnesium-Zink-Legirung verbrennt[114]).

107) Phot. Mitth. 1875. Bd. 13, S. 259.
108) Phot. Corresp. 1866. S. 28.
109) Bell, Phot. Archiv. 1871. S. 34, benutzte Gummi-Tannin-Trockenplatten mit Pyrogallus-Entwicklung.
110) Phot. Archiv. 1873. S. 173.
111) Phot. Mitth. Bd. 5, S. 14. Phot. Archiv. 1869. S. 315. Ueber die Vergrösserung bei Magnesiumlicht s. Geldmacher (Phot. Archiv. 1865. S. 161), ferner Phot. News. 1873. S. 67.
112) Moniteur scientif. 1864. S. 1124.
113) Cosmos. 1865. Bd. 1, S. 533. Poggend. Annal. Bd. 125, S. 644. Jahrber. f. Chemie. 1865. S. 172.
114) Fortschritte d. Physik. 1865. S. 245.

Auch Grant fand, dass gewisse Magnesiumlegirungen ein fast ebenso glänzendes Licht geben, wie das reine Metall und zwar von einer Farbe, welche je nach dem anderen Bestandtheil der Legirung sich verändert. (Die Legirung von 1 Theil Zink und 2 Theilen Magnesium brennt leicht und mit etwas bläulicher Flamme, 1 Theil Zink mit 3 Theilen Magnesium gibt ein grünes Licht[115]).

Zinkbänder in Sauerstoff verbrennend geben kein so actinisches Licht, wie Magnesium. — Magnesium gibt ein 6 mal stärkeres Licht, als der aus ungefähr 100 g erhitztem Zink verbrennende Zinkdampf. Das Spectrum des brennenden Zinks ist ärmer an ultravioletten Strahlen, als das des Magnesium[116]).

Zinkäthyl ist eine Flüssigkeit, welche sich von selbst an der Luft entzündet und dabei ein glänzendes Licht liefert. Taylor schlug vor, das Zinkäthyl in ein Rohr zu bringen, das an einem Ende einen Brenner hat, und mit dem andern mit einem Wasserstoff-Apparat in Verbindung steht. Lässt man den Gasstrom über die Flüssigkeit streichen, so nimmt dieser Zinkäthyl auf und verbrennt mit lebhafter Flamme[117]). Dieses Licht soll aber weniger wirksam als Magnesium sein[118]).

4. Oxy-Hydrogen-Kalk-Licht und Verwandtes.

Im Jahre 1826 fand Drummond[119]), dass der zur heftigsten Weissgluth erhitzte Kalk[120]) ein sehr intensives Licht gebe (Drummond'sches Kalklicht), welches man, wenn hinter ihm ein Brennspiegel angebracht ist, 68 englische Meilen weit sieht. Er fand auch, dass dieses Licht nicht nur auf Chlorknallgas, sondern auch auf Chlorsilber einen merklichen Einfluss ausübt.

Später fand man, dass nicht nur Kalk, sondern auch Zirkonerde, Magnesia, Thon in der Weissgluth hell leuchten und dass zur Hervorbringung der erforderlichen Temperatur Sauerstoff-Wasserstoff, Sauerstoff-Leuchtgas, Sauerstoff-Weingeist etc. benutzt werden kann.

Am meisten findet jedoch das mittelst des Sauerstoff-Wasserstoff- (Oxy-Hydrogen-) Gebläses erzeugte Kalklicht Verwendung und zwar insbesondere zur Herstellung von Vergrösserungen, wozu es sich ohne Zweifel vortrefflich eignet.

Das Drummond'sche Licht war von Hill (1851) zur Aufnahme von Porträten auf Daguerreotypplatten benutzt worden; das grelle Licht war durch blauen Musselin gedämpft. Die Exposition dauerte 45 bis 80 Secunden[121]). Jedoch bewährte es sich bei Porträtaufnahmen nicht, weil die durch Kalklicht beleuchteten Gegenstände nicht so rasch Photographien geben, als dies beim electrischen oder bengalischen Lichte der Fall ist

115) Polytechn. Centralbl. 1865. S. 482.
116) Bulletin Soc. franç. 1869. S. 306, aus Brit. Journ. Phot., Sept. 1869.
117) Phot. Archiv. 1869. S. 120.
118) Brit. Journ. Phot. 1871. S. 532.
119) Poggendorff's Annal. d. Phys. 1827. Bd. 9, S. 70. Edinburgh Journal of Science. Bd. 5, S. 319.
120) Ursprünglich erzeugte Drummond sein Licht dadurch, dass er gegen eine Kugel aus Kreide aus mehreren Röhren Weingeist spritzte und aus anderen Sauerstoff daraufblies. Der im Sauerstoff verbrennende Weingeist erhitzte die Kugel zum stärksten Glühen.
121) Daguerreian Journ. 1851. Bd. 1, S. 217, aus Hill's „A Treatise on Daguerreotype" 1851.

(vergl. S. 105). Um auf Bromsilbergelatine-Platten mit einem Porträtapparate ein Visitenkartenbild zu erhalten, muss man das nicht abgeblendete Licht von zwei Kalklichtern (Summe der Helligkeit = 800 Kerzen) durch 20 Secunden bei 2 bis 3 m Distanz wirken lassen. Zu diesem Zwecke wäre es auch zu kostspielig. Die Verwendung des Kalklichtes ist gegenwärtig nur auf Vergrösserungen beschränkt.

Die Einrichtung des Kalklichtes zeigt Fig. 30. Die in eine Spitze ausgezogene Röhre ist in senkrechter Stellung auf einem Brette befestigt, welches auch den Ständer trägt, auf dem der Kalkcylinder aufruht. Die Röhre ist bei *A* an dem oberen Theile des Brettes und durch *B* an der unteren Seite desselben befestigt. Die Schraubenmutter von *A* ist mit fein gesponnenem Metalldrahtgeflecht überzogen. Die spitzige Röhre wird durch eine Kappe *C* luftdicht mit der Schraube *A* verbunden.

Der Ständer für den Kalkcylinder ist von Metall; durch den Obertheil desselben geht eine Schraube mit geändertem Kopf und ein Träger für den Kalkcylinder. Der letztere hat ein Loch in der Mitte, durch welches die Schraube geht; er kann die Grösse eines gewöhnlichen Flaschenstöpsels haben. Die zwei Hähne stehen in Verbindung mit den bezüglichen Gasbehältern.

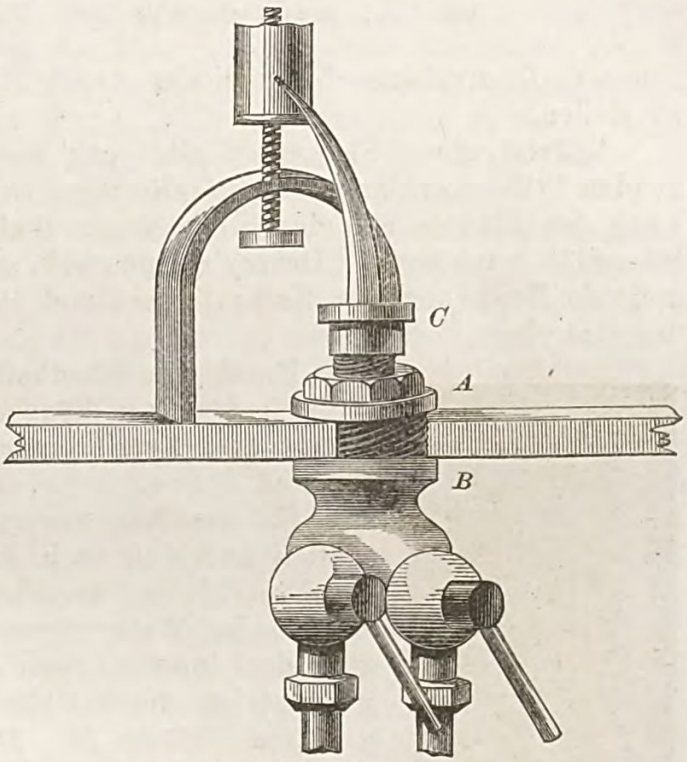


Fig. 30. Drummond'sches Kalklicht.

Um das Kalklicht zu gebrauchen, lässt man einen Strom von Wasserstoff zuerst einige Minuten durch den Apparat strömen, zündet ihn dann an und leitet dann erst allmählig Sauerstoff zu, dessen Zufluss man so regelt, dass das beste Resultat erhalten wird. Würden beide Gase zugleich auf den Kalk geleitet, ehe er Zeit hat, sich gehörig zu erwärmen, so zerspringt er.

Wird das Gas auf den Kalkcylinder mit grossem Druck geleitet, so ist der Effect viel günstiger. Ist der Druck ein doppelter oder die Oeffnung der Ausströmungsröhre doppelt so gross, so ist das ausgestrahlte Licht nicht zweimal, sondern fast viermal so kräftig (vergl. die Tabelle S. 98).

Auf den Gasbehältern lässt man einen Druck von wenigstens 50 kg lasten. Es muss aber Sorge getragen werden, dass während der Zuleitung der Gase das Gewicht von keinem der Behälter weggenommen wird, da sonst derjenige, welcher den grösseren Druck hat, nach und nach einen Theil seines Inhaltes in den weniger belasteten Behälter zwängen würde; auf diese Art würden sich die Gase vermischen, was aus Sicherheitsrücksichten vermieden werden muss.

Der Kalk strahlt nur so lange actinisches Licht aus, wenn er beständig dem Gebläse eine neue Oberfläche bietet. Man muss deshalb den Cylinder zeitweilig drehen (ungefähr nach 10 bis 15 Minuten).

Einfach gestaltet sich das Arbeiten mit Kautschuksäcken, wie Fig. 31 zeigt. *A* mit Sauerstoff gefüllter Kautschuksack, zwischen zwei mit Gewicht *c* beschwerten Brettern *a*, so dass das Gas unter Druck nach Oeffnung des Hahnes *d* durch das Kautschukrohr *e* in den Brenner *f* gelangt und aus dessen Spitze ausströmen kann. *g* Rohr zur Zuführung von Leuchtgas in den Brenner. *h* drehbarer Kalkcylinder, mittelst Schraube *b* höher und tiefer zu stellen.

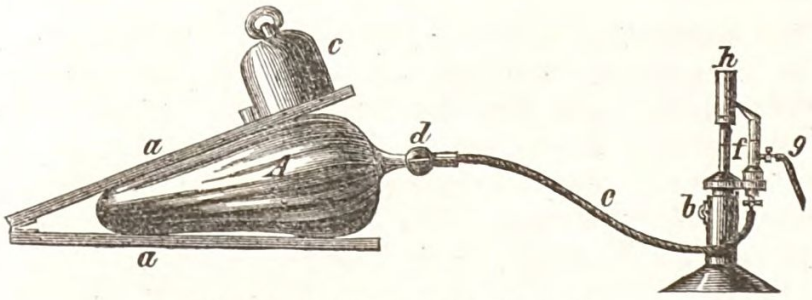


Fig. 31. Drummond'sches Kalklicht.

Mittelst eines Uhrwerkes gibt man zweckmässig dem die Kreide tragenden Stift eine langsame spiralförmige Drehung, weil bei längerer Wirkung der Flamme auf eine Stelle wegen Sinterung der Theilchen die Lichtintensität nachlässt. „Debray's Apparat" gestattet eine auf- und niedergehende Bewegung des Kalkcylinders und eine vor- und rückwärtsgehende des Gasrohres.

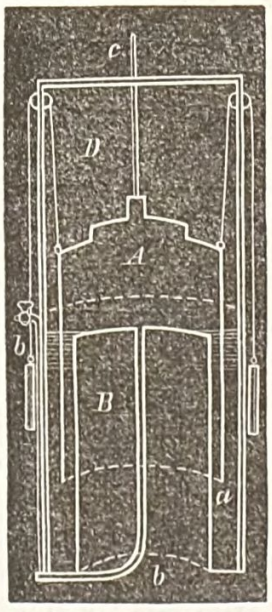


Fig. 32. Metallgasometer.

Durch das Schadhaftwerden der Gassäcke und Ausströmen der Gase können Explosionen entstehen; Gasometer aus Metall, wie sie Fig. 32 zeigt[122]), sind sicherer.

Sie bestehen aus cylindrischen Kupfer- oder Zinkplatten und sind nach Art aller Gasometer mit Wasserdruckvorrichtung versehen. Zwei Cylinder, *A* und *B*, sind in der Weise zusammengefügt, dass der äussere *A* über dem inneren, nach oben geschlossenen *B* gleichsam gestülpt ist. Beide Cylinder stehen in einem mit Wasser gefüllten Gefässe *D*. Das Wasser schliesst bei *a* den Cylinder *A* ab, welcher durch die über Rollen aufgehängten Gewichte in Schwebe gehalten wird. Durch das Rohr *b* wird das Sauerstoffgas zugelassen, welches den Cylinder *A* bei der Füllung in die Höhe drückt. Ist der Cylinder gefüllt und soll aus demselben das Gas wieder entweichen, so geschieht dieses bei *c*, indem die Gewichtsteine abgehängt werden, der Cylinder *A* durch seine Eigenschwere sich in das Wasser senkt und dadurch selbst das Gas bei *c* wieder auspresst (Stein).

Das Sauerstoff- und Wasserstoffgas wird gegenwärtig von Fabriken in Cylinder von Kupferblech gepresst und so verkauft, was eine grosse Bequemlichkeit für die Consumenten bildet.

Versuche, den Kalkcylinder durch andere Materialien zu ersetzen und anstatt des Oxy-Hydrogen-Gebläses andere zu verwenden, machte schon

122) Stein, Das Licht. S. 76.

Pfaff[123]). Er fand, dass ein Kalkcylinder, wenn er durch Knallgas erhitzt wurde, die Helligkeit von 153 Kerzen gab, bei Aether und Sauerstoffgas 76, bei Weingeist und Sauerstoff 69, bei Steinkohlengas (Leuchtgas) und Sauerstoffgas 19 Kerzen gab. Ungebrannte Kreide, weisser Thon, Magnesia gaben ein viel weniger helles Licht, als gebrannte Kreide.

Drummond verglich das mittelst einer mit Sauerstoff unterhaltenen Alkoholflamme erzeugte Glüh-Licht von Magnesia etc. mit einer Argand'schen Lampe (mittelst des Rumford'schen Photometers). Er fand das Kalklicht 37 bis 83 mal stärker, Zirkonerde 31, Magnesia 16 mal heller als das einer Argand'schen Lampe[124]).

Nach Caron in Paris (1868) gibt Magnesia ein besseres Licht als Kalk. Aber die Magnesia muss rein sein, namentlich frei von Kieselsäure, welche das Licht auf $^1/_3$ und noch weniger abschwächt[125]).

Monckhoven setzte einem Gemenge von Magnesia und kohlensaurer Magnesia noch Titanchlorür zu und presste daraus Cylinder; das damit erzeugte Licht hält 3 Stunden an[126]). Zu normalem Gebrauche zog er jedoch — hauptsächlich wegen des Kostenpunktes — reine Magnesia-Cylinder vor, welche er aber von Baryt, Soda und Strontian reinigte, damit die Farbe dadurch nicht gelblich wurde. Er benutzte zu diesem Ende gefällte und auf nassem Wege gereinigte kohlensaure Magnesia[127]).

Später fand er, dass kieselsäurehaltige Magnesia ein actinischeres Licht, als ganz reine gibt (im Verhältniss von 5 : 4) und benutzte deshalb den Stift von natürlich vorkommendem Dolomit des Kaiserstuhles im Grossherzogthum Baden[128]). Die dichteren Stücke fand er besser als poröse, leichte; zweckentsprechend fand er die Darstellung aus 2 Theilen Magnesia, 1 Theil kohlensaurer Magnesia und $^1/_2$ Theil Wasser, Kneten, Trocknen und Glühen[129]).

Monckhoven sah im weiteren Verlauf seiner Studien von den von ihm anfangs empfohlenen Magnesiacylindern ab, weil sie in der Glühhitze leicht Risse und Höhlungen bekommen und griff zum Marmor. Er liess aus Abfällen von weissem Marmor kleine Parallelopipeda herstellen, welche durch die Knallgasflamme sogleich in Aetzkalk verwandelt werden und mehrere Stunden lang ein sehr gleichförmiges Licht geben[130]).

Die Flüchtigkeit der Magnesia im Knallgasgebläse bewirkt, wie erwähnt, dass sich Löcher hineinbrennen und die Stifte nicht lange andauern. Deshalb griff Caron zur Zirkonerde, welche fähig ist, ebensoviel Licht, wie Magnesia zu geben, aber dabei ganz feuerbeständig ist. Auch Tessié du Motay empfahl Zirkonerde[131]).

Darker[132]), sowie Trail Taylor[133]) und Harrison erhielten[134]) aber mit dem Zirkonlicht ungünstige Resultate. Nach Darker ist es nicht nur

123) Poggendorff's Annalen d. Phys. Bd. 40, S. 547.
124) A. a. O.
125) Wagner's Jahresbericht f. chem. Technol. 1868. S. 754.
126) Phot. Corresp. 1869. S. 214.
127) Phot. Corresp. 1870. S. 12.
128) Phot. Corresp. 1870. S. 67, 208 und 219.
129) Phot. Corresp. 1870. S. 219.
130) Chem. Centralbl. 1871. S. 496.
131) Wagner's Jahrber. f. chem. Technologie. 1869. S. 730.
132) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 159, S. 113; Bd. 194, S. 519.
133) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 191, S. 252.
134) Wagner's Jahrber. f. chem. Technologie. 1869. S. 730. Polytechn. Centralblatt. 1869. S. 1461.

nicht stärker, sondern sogar schwächer als Kalklicht, was auch Taylor fand; allerdings sollen die Zirkonerde-Cylinder keiner merklichen Abnutzung unterworfen sein.

Carlevaris (1865) schlug als neu vor, ein Stück Chlormagnesium oder Magnesit auf Gaskohle zu legen und die Knallgasflamme (oder Leuchtgas und atmosphärische Luft, der $^1/_{10}$ Volumen Sauerstoff zugesetzt ist) daraufzuleiten[135]). Er machte damit photographische Vergrösserungen in 20 Secunden[136]).

Carey Lea empfahl die Kalkcylinder mit einer Lösung von Kupfervitriol zu tränken, um das Licht blauer und actinischer zu machen[137]).

Anstatt Wasserstoff und Sauerstoff zu verbrennen, kann man auch Leuchtgas und Sauerstoff benützen. Das so erhaltene Kalklicht ist ebenfalls photographisch sehr wirksam, aber jedenfalls gibt das erstgenannte ein besseres Licht (s. S. 105). Trotzdem kann mit Erfolg das Leuchtgas-Sauerstoff-Gebläse im Daniel'schen Hahn für die photographische Praxis verwendet werden, da es in der Mehrzahl der Fälle genügend kräftig ist.

Hardwich fand aber zwischen dem mittelst Sauerstoff-Wasserstoff und Sauerstoff-Leuchtgas hergestellten Kalklicht wenig Unterschied[138]).

Statt des Sauerstoff-Lichtes ist auch ein gewöhnliches Gebläse von Luft und Leuchtgas zum Erhitzen der Kalkcylinder gut verwendbar. Um die Temperatur der Flamme zu erhöhen, wird die Luft stark erwärmt, bevor sie in die Gasflamme eingeführt wird (sog. Fletscher'sches Gebläse[139]). Woodbury fand, dass ein mittelst eines solchen Gebläses zur Weissglut gebrachter Kalkcylinder als Licht bei Vergrösserungen von Photographien etc. sehr verwendbar ist[140]), jedoch ist es ohne Zweifel schwächer als das Oxy-Hydrogen-Licht.

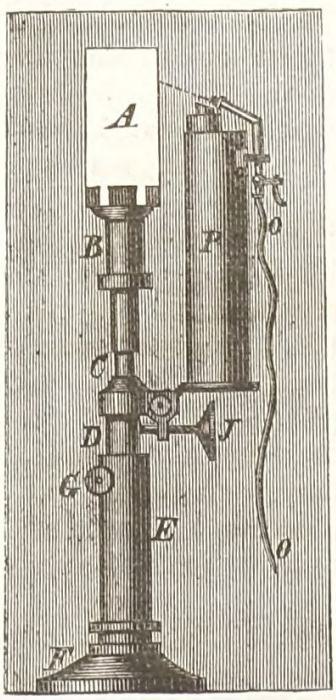


Fig. 33.
Alkohol-Sauerstoff-Lampe.

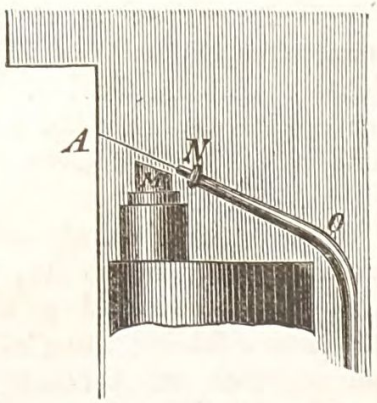


Fig. 34.
Alkohol-Sauerstoff-Lampe.

Zum Erhitzen des Kalkcylinders kann auch eine durch Sauerstoff angefachte Weingeistlampe dienen. Der betreffende Apparat (nach Monckhoven[141]) ist in Fig. 33 und 34 abgebildet.

A ist der Magnesiacylinder, auf einer Unterlage *B* befestigt, welche auf der Achse *C* gedreht, erniedrigt oder erhöht werden kann. *EF* ist der Ständer oder die Stütze

135) Comptes rendus. 1865. Bd. 55, S. 1252. Auch Dingler, Polytechn. Journ. Bd. 178, S. 129.
136) Phot. Archiv. 1865. S. 401; 1867. S. 17.
137) Phot. News. 1879. S. 91.
138) Phot. News. 1880. S. 279.
139) Dingler's Polytech. Journ. Bd. 222, S. 565.
140) Scientif. Amer. Bd. 36, S. 385. Industrie-Blätter. 1877. S. 314. Phot. News. 1877. S. 198.
141) Phot. Correspond. 1870. Bd. 7, S. 23.

und *G* ist das Zahnrad, mittelst welchem das Licht auf den Mittelpunkt des Apparates gerichtet wird.

Die Lampe *P* wird mit Alkohol gefüllt; der Docht ist rund und wird schief geschnitten, wie in Fig. 33; das äusserste Ende des Brenners *NO* ist hinlänglich nahe am Docht angebracht, um ihn leicht zu berühren. Der Docht *M* sollte mit der Säule *A* beinahe in Berührung sein, was durch die Schraube *I* (Fig 32) bewerkstelligt wird. Mit diesem Apparate ist blos ein Kautschukschlauch *OO* in Verbindung, der mit dem Sauerstoffsack in Communication steht. Fig. 33 zeigt genau die Lage, welche der Brenner *NO* in Bezug auf den Magnesiacylinder einnehmen sollte.

Es ist natürlich, dass hierbei eine gewisse Praxis in der Manipulation und besonders mit der Spirituslampe nöthig ist; dieser letztere liefert ein Licht, das dem Oxy-Hydrogen nur wenig nachsteht; bei sorgfältiger Behandlung ist der Unterschied kaum bemerkbar.

Das Sauerstoff-Alkohol-Licht wurde mehrfach z. B. von Haack[142]) empfohlen.

Auch Harnecker hat sich desselben mit einigen Modificationen bedient. Der von ihm benutzte Apparat ist (nach Stein's Angaben[143]) in Fig. 35 abgebildet. *R* ist das Alkohol-Reservoir, aus welchem durch eine Röhre der Alkohol nach dem Dochte bei *D* fliesst; eine zweite Röhre *AB* ist unter der ersten angebracht, aus welcher bei *B* das einem Gasometer entströmende Sauerstoffgas zu Tage kommt und die Flamme auf den bei *S* aufzusteckenden Kalkcylinder *O* leitet.

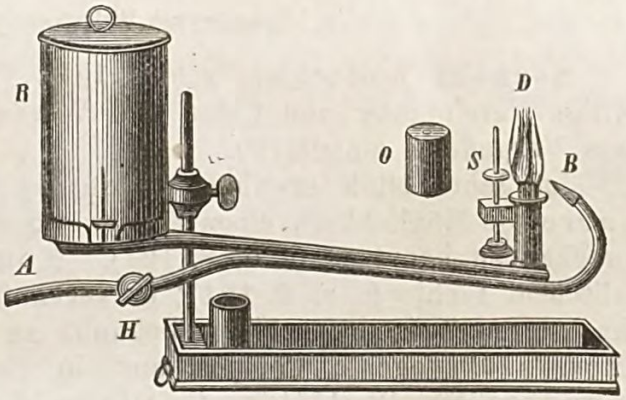


Fig. 35. Harnecker's Olivin-Licht.

In dem Doppeldochte brennt Alkohol oder besser ein Gemenge von 7 Theilen absolutem Alkohol, 1 Theil Aether, $^1/_4$ Theil Petroleumäther. Ein Sauerstoffstrom in der Stärke eines kleinen Stecknadelkopfes strömt durch die beiden Dochte auf einen Kalk-Magnesia-Cylinder, der folgendermassen bereitet wird: 2 Theile Magnesia carbonica, 1 Theil Magnesia usta werden zu einem Teige eingerührt und mit einer wässrigen Lösung von 1 Theil Gummi in 100 Theilen Wasser bis zum Sieden erhitzt und trocknen gelassen. Das daraus gewonnene körnige Gemenge wird feinstens in einem Mörser gestossen und der ausgesiebte Staub mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Kalk angefeuchtet. Nach dem Einteigen wird fein gepulverter Wiener Kalk hinzugethan und nach dem gründlichen Durchmischen der ganzen Masse Cylinder geformt, die bei starker Wärme getrocknet, dann zur Verwendung kommen. Diese Cylinder erhitzen sich mit dem Spiritus-Sauerstoffgebläse alsbald zur Weissgluth und geben ein chemisch sehr kräftig wirkendes Licht[144]). Später mischte Harnecker dem Kalk nebst

142) Phot. Corresp. 1871. B. 8, S. 31.
143) Stein, Das Licht. 1877. S. 81.
144) Phot. Mitth. 1870. Bd. 6, S. 242 und 262.

Magnesia noch gepulverten Olivin zu („Olivin-Licht"), vermöge dessen das Licht weisser und actinischer wird [145]).

Harnecker erzeugte damit Vergrösserungen. Eine dadurch beleuchtete Cabinetphotographie nahm er mit einem Porträt-Objectiv in 50 Secunden auf nassen Platten auf.

Das Licht, welches weissglühende Kalk-Magnesia-Olivin-Cylinder ausströmen, ist ein höchst intensives, optisch und chemisch wirksames und dabei in seiner Milde dem diffusen hellen Tageslichte ganz analog. Die Kraft dieses künstlichen Lichtes ist nach Stein bis jetzt von keiner anderen Lichtquelle, ausser der Sonne, übertroffen [146]).

Das Kalklicht wird seit 20 Jahren zu Vergrösserungen kleiner Negative (anstatt des directen Sonnenlichtes in der Solarcamera) benutzt. Der hierzu erforderliche Apparat ist (abgesehen von den äusseren Kasten etc.) ganz analog dem S. 112 für die Vergrösserung mit electrischem Licht beschriebenen.

Das Kalklicht ist nächst dem electrischen Lichte das geeignetste zu Vergrösserungen, da es sehr ruhig und gleichmässig ist und keine üblen Dämpfe entwickelt. Die nähere Beschreibung der Operationen etc. folgt unten im Capitel über Vergrösserungen.

5. Bengalisches Weissfeuer und Verwandtes.

Seebeck beobachtete schon 1812, dass indianisches Weissfeuer die heftige Vereinigung von Chlor und Wasserstoff (Chlorknallgas) bewirkt, so dass Verpuffung eintritt [147]).

Im Jahre 1852 erwähnte Lucenay und 1854 Gaudin und Delamarre die Möglichkeit, einen Feuerwerkssatz und Harz zu photographischen Zwecken zu benutzen (s. o. S. 121). Moule photographirte 1857 bei bengalischem Lichte (s. o. S. 121); er verkaufte damals die Beleuchtungsmasse, ohne deren Zusammensetzung bekannt zu machen und noch heute kommt „Moule's Photogenic Composition" in England in den Handel. Durch Schnauss [148]), Wulff [149]), Gulliver [150]), Harman [151]), Boll [152]), Junghans [152]) wurden dann die Mischungsverhältnisse zu solchen Zündsätzen veröffentlicht. In Folgendem sind sie tabellarisch zusammengestellt:

	Seebeck Theile.	Schnauss Theile.	Wulff Theile.	Gulliver Theile.	Harman Theile.	Boll Theile.	Junghans Theile.
Salpeter . . .	24	112	300	6	864	2	4
Schwefelblumen .	7	42	100	2	288	2	2
Schwarzes Schwefelantimon . .	—	12	20	1	48	1	1
Realgar . . .	2	—	40	—	—	—	—
Kohle	—	—	—	—	24	—	—

145) Phot. Mitth. 1872. Bd. 8, S. 194.
146) Polytechn. Centralbl. Bd. 28, S. 962. Chem. Centralbl. 1874, S. 641.
147) Schweigger's Journ. f. Chemie. 1812. Bd. 5, S. 233.
148) Phot. Archiv. 1860. S. 110.
149) Bulletin Soc. franç. Phot. 1860. S. 190. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. Bd. 2, S. 229.
150) Bulletin Soc. franç. Phot. 1872. S. 166.
151) Phot. News. 1879. S. 138. Bulletin Soc. franç. Phot. 1879. S. 87.
152) Phot. Mitth. Bd. 17, S. 189.

Jeder der Bestandtheile wird für sich getrocknet, fein gepulvert und dann erst gemischt. Die Mischung hält sich bei Ausschluss von Feuchtigkeit lange Zeit unverändert. Die Sätze mit Realgar (Schwefelarsen) sind mit Vorsicht zu verwenden, weil die bei der Verbrennung sich entwickelnden Dämpfe giftig (arsenhaltig) sind, was bei den andern Mischungen nicht der Fall ist. In allen Fällen muss für eine gute Ableitung der erstickenden Verbrennungsgase (Schweflige Säure etc.) gesorgt werden, damit weder die zu photographirende Person, noch die Nachbarschaft belästigt wird. (Am besten: Ableiten in einen hohen Schornstein.)

Das bengalische Weissfeuer wird in cylinderförmige Päckchen von Papier abgetheilt, welche so viel Zündsatz enthalten, dass man bei einer Aufnahme reichlich ausreicht. Man erzeugt sie leicht, indem man Papier über eine runde Holzstange (circa 5 cm dick) aufrollt, den Rand festklebt und mit der Mischung füllt. (Weiteres s. o. S. 121.)

Die Feuerwerkssätze mit Salpeter sind die billigsten und am wenigsten gefährlichen und daher wärmstens zu empfehlen.

Auch Gemische mit chlorsaurem Kali geben ein sehr intensives Licht. So das von Schnauss[153]) angegebene Gemisch von 4 Theilen chlorsaurem Kali, 2 Theilen Schwefel und 1 Theil Zucker, oder Gaudin's Gemisch von 6 Theilen chlorsaurem Kali, $1^1/_2$ Theilen Schwefel und $^1/_2$ Theil Zucker[154]). Diese Gemische explodiren aber leicht durch Schlag und sind gefährlich und überdies kostspieliger; ähnliches gilt von dem von Edelmann[155]) vorgeschlagenen Gemisch von Schwefelantimon und pikrinsaurem Ammoniak.

Phosphor, an der Luft verbrennend, ferner Schwefel, im Sauerstoff verbrennend, gibt nach Böttger rasch photographische Bilder.

Durch dreimal wiederholtes Abbrennen von Phosphor in Sauerstoffgas gelang es Böttger 1855 ein Porträt (Gemälde) auf einer Jodbrom-Daguerreotypplatte zu copiren. Desgleichen gelang es, auf einer präparirten Collodionplatte bei dem mattbläulichen Schimmer von im Sauerstoff brennenden Schwefel augenblicklich, d. h. in einer fast unmessbaren Zeit, ein in allen Theilen wohlgelungenes Bild hervorzurufen[156]).

Das Licht des im Sauerstoff verbrennenden Phosphors ist, wie schon Brande (s. S. 17) vor einem halben Jahrhundert fand, chemisch weniger wirksam, als das electrische Licht; es gelang ihm nicht durch ersteres, wohl aber durch letzteres, Chlorknallgas zur Verpuffung zu bringen, was Seebeck auch durch das indianische Weissfeuer erreichte.

Babo fand das Licht des in Sauerstoff verbrennenden Phosphors so wirksam, wie Stickoxyd-Schwefelkohlenstoff-Licht und auch Mc. Lellan erkannte die bedeutende chemische Wirkung desselben, welche die Wirkung des im Sauerstoff verbrennenden Schwefels, sowie die Wirkung des an der Luft verbrennenden Magnesium um Namhaftes übertrifft (s. o. S. 106).

Legt man ein Stück Phosphor auf gepulverten Salpeter und zündet ersteren an, so entwickelt sich ein sehr blendendes Licht; die Dämpfe

153) Schnauss, Phot. Lexicon. 1864. S. 211.
154) Phot. News. 1879. S. 106.
155) Brit. Journ. of Phot. 1873. S. 444.
156) Jahresbericht des physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. für 1854 bis 1855. Dingler's Polytechn. Journ. 1856. S. 140, 315. Polytechn. Notizblatt. 1856. S. 155.

müssen durch ein Rohr abgeleitet werden (Markham[157]). Schnauss wies später nochmals auf dieses Licht hin und sprach die Vermuthung aus, es sei sehr actinisch[158]).

Bringt man nach Böttger[159]) in einen kleinen dünnwandigen Glaskolben etwa 20 g chlorsaures Kali zum Schmelzen und wirft dann drei bis vier erbsengrosse Stückchen Stangenschwefel in das geschmolzene Salz, so entsteht ein so intensives, eine Menge stark brechbarer Strahlen enthaltendes weisses Licht, das schon innerhalb 2 bis 5 Secunden von einer damit beleuchteten Gypsstatuette auf einer nassen Collodionplatte ein sehr scharf ausgeprägtes Bild gibt.

Schwefel auf geschmolzenen Salpeter geworfen verbrennt mit sehr actinischem Lichte.

Diese Art von Licht ist nach Spiller schon seit 1847 bekannt. Spiller wendete dasselbe 1875 in der Photographie an[160]).

Man schmilzt etwa 30 g Salpeter in einem Tiegel oder besser in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glas-Verbrennungsröhre, welche das Licht nach keiner Seite hin abhält. Dann trägt man allmählig kleine Stückchen Schwefel ein, wodurch ein höchst intensives weisses Licht entsteht, das so lange anhält, als noch etwas geschmolzener Schwefel in dem Salze schwimmt. $^1/_2$ g Schwefel allmählig in obige Quantität Salpeter eingetragen, gibt ein regelmässiges Licht für 10 Minuten.

Es genügen 3 bis 5 Secunden Exposition, um ein Transparentpositiv auf nassem Collodion in der Distanz von 1 Fuss zu liefern[160]).

Aus den Versuchen von Riche und Bardy (S. 105) geht hervor, dass man mit Vortheil ein sehr actinisches Licht dadurch erhalten kann, wenn man Schwefel in kleinen Thon- oder Porzellantiegeln schmilzt und mittelst eines Rohres aus einem Gasometer einen senkrechten Sauerstoffstrom aufbläst. Das so erhaltene blaue Licht ist actinischer als das weisse, welches durch Werfen von Schwefel auf geschmolzenen Salpeter erhalten wird.

Weitere Angaben über diesen Gegenstand s. S. 106.

6. Schwefelkohlenstoff-Stickoxyd-Licht und Verwandtes.

A. Schwefelkohlenstoff-Licht.

Das Licht des verbrennenden Schwefelkohlenstoffs besitzt im violetten Ende eine ungewöhnliche Intensität und ist sehr reich an chemischen Strahlen (Babo und Müller 1856[161]).

Im Jahre 1866 wies Windstanley auf die Möglichkeit hin, die Flamme des im Sauerstoff verbrennenden Schwefelkohlenstoffs zu photographischen Zwecken zu benützen; 1869 zeigte er bereits einen zu diesem Ende bestimmten Apparat vor[162]).

Bei Versuchen von Lossen[163]) mit abgeblendeten gleich grossen Theilen von Sauerstoff-Schwefelkohlenstoff-Licht und Magnesium-Licht

157) Phot. Archiv. 1869. S. 88.
158) Phot. Corr. 1876. Bd. 13, S. 243.
159) Polytechn. Notizblatt. 1860. S. 229. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. S. 228.
160) Phot. News. 1875. S. 40. Phot. Mitth. Bd. 11, S. 278.
161) Fortschritte der Physik. 1856.
162) Brit. Journ. of Phot. 1875. S. 64.
163) Phot. Archiv. 1878. S. 70.

wurde gefunden, dass das Magnesium-Licht stets das erstere an Wirksamkeit übertraf. Wurden die Versuche mit den freien (nicht abgeblendeten, also ungleich grossen) Lichtquellen fortgesetzt, so war das Resultat ein umgekehrtes, entsprechend den Beobachtungen Anderer (s. oben S. 106). Lossen benutzte zu seinen Vergleichen Bromsilberplatten bei $^1/_3$ Secunde Exposition.

Mit dem Verbrennen von Stickoxyd, welches mit Schwefelkohlenstoffdampf gesättigt ist, experimentirte schon Babo in den fünfziger Jahren[164]). Als er 2 Liter dieses Gasgemenges verbrannte, konnte er bei diesem Lichte Gegenstände in der Camera auf nassem Jodcollodion in 1 Secunde photographiren. Um eine continuirliche Flamme zu erhalten, entwickelte er Stickoxyd in einer Art Döbereiner'schen Zündmaschine aus Kupfer und verdünnter Salpetersäure (1 : 1), leitete das Gas durch zerfallenen Kalk, um es von Säure zu befreien und liess es durch eine kleine Wulff'sche Flasche streichen, welche Baumwolle mit Schwefelkohlenstoff getränkt enthielt. Das ausströmende Gas wurde, nachdem alle Luft verdrängt war, entzündet, was in der Regel ohne Explosion vor sich ging; etwaige Explosionen waren, zufolge der Kleinheit des Apparates, gefahrlos.

Babo sprach damals aus: „Die Menge der chemisch wirksamen Strahlen übertrifft die aller anderen (damals) untersuchten Flammen sehr bedeutend."

Fast 30 Jahre später kam Sell nochmals auf das Stickoxyd-Schwefelkohlenstoff-Licht zurück und suchte es in die photographische Praxis einzuführen, indem er es genauer beschrieb und eine eigene Lampe hierzu construirte.

Sell liess seine Lampe 1873 patentiren und erhielt am 10. October 1873 ein Patent in England[165]).

Sie besteht aus einem kugelförmigen Glasgefässe für den Schwefelkohlenstoff, der durch einen Docht zum Brenner in die Höhe gesaugt wird. Um diese kleine Kugel ist eine grössere geblasen. Der Zwischenraum zwischen beiden wird mit kaltem Wasser gefüllt, das die Abkühlung des Schwefelkohlenstoffes bezweckt. Durch die Mitte des Brenners geht ein rechtwinkelig gebogenes mit Hahn versehenes Rohr, das das Stickoxyd aus einem Gasometer zuführt. Das Stickoxyd stellte Selle aus Eisenchlorür, Kaliumnitrat und Chlorwasserstoffsäure in bekannter Weise dar[166]).

Delachanal und Mermet construirten kurz nach Sell ebenfalls eine Lampe für Schwefelkohlenstoff-Stickoxyd-Licht, was sie im November 1874 publicirten. Ein mit zwei Tubulaturen versehener Ballon mit 500 ccm Inhalt wird mit Schwammstücken, Coaks oder Bimstein gefüllt und letztere mit Schwefelkohlenstoff imprägnirt. Die eine Tubulatur dient zur Zuleitung des Stickoxydes, die andere ist mit einem durchbohrten Korke verschlossen, welcher eine zweite, 20 cm lange Glasröhre trägt. Diese wird mit dicht zusammengewickeltem Eisendrahte vollgestopft und dient als Sicherheitsrohr zur Verhinderung einer Explosion innerhalb des Ballons.

Man leitet das ausströmende Gasgemenge in eine Art Bunsen'schen Brenner, der aber keine Luft-Zuströmungsöffnungen hat und füllt das Rohr desselben ebenfalls mit zusammengewickeltem Eisendraht. Die Flamme, die man mit diesem Apparate erhält, ist äusserst hell und kann eine Höhe von

164) Horn's Phot. Journ. 1855. S. 9.
165) Abridgements of Specifications relating to Photography. III. 1878. S. 79. Andere Quellen s. am Eingang.
166) Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft. Bd. 7, S. 1522.

25 cm erreichen. Die bei der Verbrennung sich entwickelnden Gase werden durch einen Schornstein abgeleitet. Die spectroscopische Untersuchung der Flamme ergab das Vorhandensein zahlreicher glänzender Linien, ähnlich dem Spectrum des Schwefels[167]).

H. W. Vogel fand die Wirksamkeit der Sell'schen Lampe 4 mal geringer als das Licht eines heiteren Wintertages. Eine Person 10 Fuss vom Lichte entfernt, gab in 15 Secunden ein Porträt auf nassen Collodionplatten[168]) (vergl. S. 107).

Das Licht des mit Schwefelkohlenstoff geschwängerten Stickoxydgases ist ungefähr gleich photographisch auf Bromsilber wirksam, als das Licht von an der Luft brennendem Schwefelkohlenstoff, in dessen Flamme Sauerstoff geleitet wird (s. S. 107); ersteres ist heller als Magnesiumlicht unter gewöhnlichen Umständen, aber weniger hell als in Sauerstoff verbrennender Schwefel (s. S. 106).

Es lässt sich nicht leugnen, dass das Schwefelkohlenstoff-Licht ein sehr wirksames ist; aber da es gefährlich zu handhaben ist, weil die Gefahr einer Explosion bei einiger Unvorsichtigkeit nicht ausgeschlossen ist und sich lästige Dämpfe entwickeln, so kam es nicht in ausgedehntere practische Verwendung. Es wurde durch das billigere bengalische Weissfeuer etc. verdrängt.

B. Chromchlorid-Licht.

Lässt man Wasserstoffgas über flüssige (am besten etwas erwärmte) Chlorchromsäure oder Chlortitan streichen, entzündet es und leitet in die Flamme einen Strom von Sauerstoffgas, so erhält man ein sehr actinisches Licht, welches auf Silbersalze ungefähr ebenso energisch als Magnesiumlicht wirkt. Leider entwickeln sich dabei viel Salzsäuredämpfe (Monckhoven[169]).

Nach anderen Angaben[170]) ist das Licht, welches entsteht, wenn Wasserstoff über ein mit Chlorchromsäure gefülltes Kugelrohr streicht und durch den entzündeten Wasserstoff ein Strom von Sauerstoff geleitet wird, nicht sehr hell; sobald das Kugelrohr mit der Chlorchromsäure erwärmt wird, nimmt die Intensität bedeutend zu. An Wirksamkeit kommt es dem Magnesiumlicht gleich[170]).

7. Kerzen-, Lampen- und Gaslicht.

A. Kerzen, Petroleum, Gas etc. an der Luft verbrennend.

Das Licht einer Talg-, Stearin- oder Paraffinkerze hat im Vergleich mit den vorhergehenden einen sehr geringen Actinismus. Derselbe ist so gering, dass man durch längere Zeit das Kerzenlicht als nahezu unwirksam erklärte. In neuerer Zeit aber wurde nicht nur der Actinismus dieser Lichtquellen erkannt, sondern der Verfasser beobachtete sogar eine Wirkung der nicht leuchtenden Gasflammen des Bunsen'schen Brenners, sowie der Weingeistflamme auf Bromsilbergelatine, die $^1/_{20}$ bis $^1/_{50}$ einer Kerze betrug[171]).

167) Compt. rend. Bd. 79, S. 1078. Chem. Centralbl. 1874. S. 769.

168) Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft. 1875. S. 96. Phot. Mitth. Bd. 11, S. 232.

169) Phot. Corresp. 1869. S. 215; 1870. S. 208. Bulletin Belge Phot. Nr. 7.

170) Phot. Corresp. 1870. S. 198, nach Brit. Journ. of Phot.

171) Die nicht leuchtende Gasflamme des Bunsen'schen Brenners galt lange als unwirksam. Eine Weingeistflamme ist nach Bunsen und Roscoë nicht

Um wieviel stärker Magnesiumlicht gegenüber dem Kerzenlicht ist, zeigt die Thatsache, dass ein mit Magnesiumlicht beleuchtetes Kerzenlicht einen Schatten wirft, welcher sogar photographirt werden kann; es ist der nicht leuchtende Theil des letzteren gut zu unterscheiden [172]).

Allerdings wies man schon kurz nach Erfindung der Daguerreotypie das Eintreten einer photographischen Wirkung nach; zu Beginn der fünfziger Jahre wurden sogar Daguerreotypien bei Kerzen-, Oel- oder Solarlampen-Licht in 3 bis 10 Minuten gemacht [173]).

Da das Kerzenlicht schwächer als Gaslicht oder Lampenlicht ist, so muss man bei dem ersteren länger als bei dem letzteren copiren.

Im Allgemeinen sind die nach dem Principe der Argand-Brenner construirten Brenner dem Fledermaus- oder Fischschwanz-Brenner an Lichtkraft weit überlegen, und es gibt bei gleichem Gasverbrauch z. B. ein Fischschwanzbrenner einer Flamme von $3^3/_4$ Normalkerzen, dagegen der Argand-Brenner von $17^3/_4$ Kerzen [174]).

Das Licht einer Talgkerze bringt auf einer nassen Jodcollodion-Platte mit Eisenvitriol- oder Pyrogallus-Entwicklung eine deutliche Wirkung hervor, wie man schon vor mehr als 20 Jahren wusste. Bei grosser Nähe kann man ein Diapositiv nach einem aufgelegten Negativ erhalten [175]).

Navez copirte 1856 Glaspositive nach Negativen bei gewöhnlichem Lampenlicht mittelst des nassen Collodion-Verfahrens und Pyrogallus-Entwicklung [176]).

Fürstenau copirte um 1860 Negative bei Lampenlicht und stellte auf diese Weise Transparentbilder her. Er befestigte hinter einer Paraffinkerze oder einer Lampe einen parabolischen Spiegel von der Grösse der zu copirenden Matrize und unmittelbar vor der Lichtflamme die Matrize selbst. Diese hellerleuchtete Matrize nahm er nun mittelst eines gewöhnlichen photographischen Objectives auf nassen Collodionplatten in gleicher Grösse auf. Auf ganz ähnliche Weise stellte er Vergrösserungen bis zu 25facher Vergrösserung her [177]).

Auf nassen Jodbrom-Collodionplatten mit saurer Entwicklung copiren Diapositive im Copirrahmen bei einer Kerze in 8 bis 10 Secunden, bei einem Gasbrenner in 2 Secunden bei 20 cm Distanz [178]).

Nach anderen Angaben copiren Diapositive bei zwei Kerosen-Lampen (à 4 bis 5 Kerzen) in 30 Secunden auf nassen Collodionplatten [179]). Mit gleichfalls gutem Erfolge kann man Gaslicht hierzu verwenden [180]).

Seco copirte Glasdiapositive bei dem Lichte einer Petroleumlampe auf Tanninplatten, angeblich in 30 bis 40 Secunden [181]), was jedoch zu kurz

actinisch, auch nicht, wenn Strontiumchlorid aufgelöst ist. Dies gilt wohl für Chlorknallgas, aber auf Bromsilber wirkt eine Alkohol-Strontiumflamme doch schwach ein.

172) Otley, Bulletin Société franç. Phot. 1865, S. 251. Phot. News. Juni 1865.
173) Daguerreian Journ. 1851. Bd. 1, S. 178.
174) Fortschritte d Physik. 1876. S. 558.
175) Homolatsch, Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 7, S. 7.
176) Cosmos; Horn's Phot. Journ. 1856. Bd. 6, S. 15.
177) Dingler, Polyt. Journ. Bd. 168, S. 69.
178) Audra, Bulletin Soc. franç. Phot. 1873. S. 299.
179) Phot. News. 1875. S. 544, aus Moniteur de la Phot.
180) Phot. Mitth. 1870. Bd. 7, S. 24.
181) Horn's Phot. Journ. 1864. Bd. 21, S. 80.

gegriffen sein dürfte; Senteck benöthigte bei ähnlichen Collodion-Trockenplatten 3 bis 4 Minuten[182]).

Namentlich bei der Herstellung von Diapositiven auf Bromsilbergelatine erweist sich das Kerzen-, Lampen- oder Gaslicht als sehr vortheilhaft, weil das Tageslicht auf solche Platten durch ein aufgelegtes Negativ viel zu kräftig wirkt, um controlirt werden zu können. Beim Licht einer Stearinkerze lassen sich Diapositive bei 30 cm Distanz in 10 bis 30 Secunden copiren (Entwicklung mit Eisenoxalat). Bei Gaslicht muss kürzer exponirt werden, z. B. bei 2 m Distanz bei einem gewöhnlichen Fischschwanz-Gasbrenner durch 10 bis 20 Secunden. Hat man Diapositive von harten Negativen zu nehmen, so schiebt man transparentes Papier oder mattes Glas vor die Gasflamme; dadurch werden die Copien weicher[183]).

Beale constatirte, dass man mit einer guten Paraffin-Lampe sehr gut Mikrophotographien anfertigen kann[184]).

Auch Negativ-Aufnahmen lassen sich unter günstigen Umständen bei Lampenlicht machen. Grüne erhielt auf nassen Collodionplatten bei Petroleumlicht die Photographie einer Gypsbüste in 10 Minuten[185]).

Brooks in Reigate vertheilte in unterirdischen Kellern Paraffinlampen und exponirte mit einem Dallmeyer'schen Stereoscop-Instrument von $3^1/_2$ Zoll Brennweite durch 65 Minuten; es wurden Bromsilbergelatine-Platten benutzt. Auf den Bildern waren sogar die tiefsten Schatten erschienen[186]).

Cox photographirte eine Höhle, die durch 40 Gasflammen erleuchtet war, unter Hinzunahme einiger Petroleumlampen und bei Anwendung von Reflectoren auf Bromsilbergelatine-Platten in 10 Minuten mittelst eines Porträt-Objectives ohne Blende[187]). Aehnliches kann man auch durch Petroleumlampen allein erreichen; man achte darauf, dass die üblichen Lampenschirme das Licht gelb färben und dessen Wirksamkeit enorm herabmindern[188]).

Schumann erhielt sogar eine Porträtaufnahme bei Petroleumlicht mit leidlichem Erfolg[189]) [190]).

Dass man unter Benutzung eigenthümlich construirter Gaslampen von sehr grosser Helligkeit Porträte in wenigen Secunden herstellen kann und sogar das Tageslicht im Atelier durch Gaslicht ersetzt hat, wurde schon S. 120 beschrieben.

Das Petroleumlicht äussert eine nicht geringe Wirkung auf Silbersalze. Schumann erhielt mittelst eines Browning'schen Spectroscopes in 30 Minuten ein Spectrum bis in's Gelb, in $3^1/_2$ Stunden bis tief in's Roth hinein[191]).

Auf nassem Jodbromcollodion- oder trockenen Bromsilberplatten lassen sich ganz gut Vergrösserungen bei Gaslicht oder Petroleumlicht erhalten, wie schon oben (S. 139) bemerkt wurde. Das erstere erfordert zu Vergrösserungen von Kohlediapositiven Condensatoren von 6 Zoll Durchmesser[192]). Petroleumlicht eignet sich aber hierzu besser als Gaslicht. Für bedeutendere

182) Phot. Mitth. 1868. Bd. 5, S. 222.
183) Williams, Photogr. Almanac. 1881. S. 138.
184) Bull. Soc. franç. Phot. 1877. S. 117.
185) Phot. Mitth. 1868. Bd. 5, S. 222.
186) Phot. Mitth. 1878. Bd. 15, S. 184, aus Phot. News.
187) Phot. News. 1881. S. 259. Phot. Wochenbl. 1881. S. 196.
188) Year-Book of Phot. for 1879. S. 42.
189) Schuhmann, Phot. Arch. 1881. S. 31.
190) Phot. Arch. 1881. S. 54.
191) Phot. Archiv. 1881. S. 31.
192) Schlegel, Phot. Archiv. 1876. S. 19.

Vergrösserungen bedient man sich des Sciopticons[193]; Petroleum in der Sciopticonlampe verbrannt, gibt ein helleres Licht als Baumöl oder ein Gemisch von 1 Theil Kampher und 10 Theilen Brennöl in der Solarlampe, deren man sich früher bediente.

Die Handhabung des Sciopticon ist durchaus gefahrlos, wenn auch Petroleum darin gebrannt wird, denn die Lampe ist in zwei Räume getheilt, von denen einer das Petroleum, der andere die Flamme enthält, so dass ersteres nicht einmal warm wird.

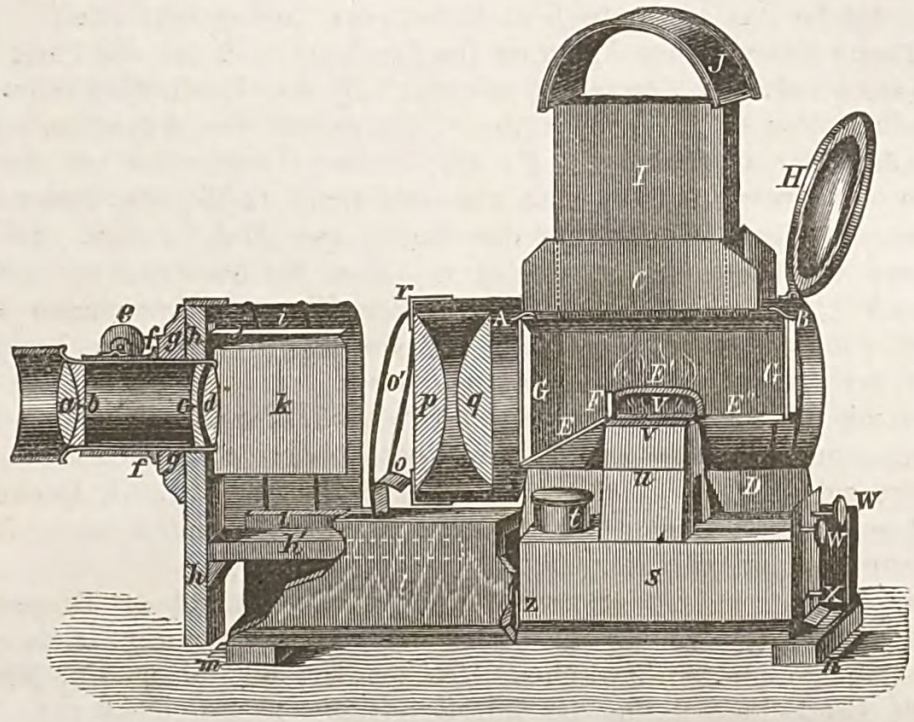


Fig. 36. Sciopticon.

Durch die eigenthümliche Combination von zwei breiten gegeneinandergeneigten Flammen liefert das Sciopticon ein gut erhelltes Lichtfeld von 10 Fuss oder drei Meter Durchmesser. Das Instrument besitzt ein achromatisches Doppel-Objectiv, und dies ist ein wenig vom Bildhalter entfernt, wodurch der Operateur hinreichend Licht erhält, um sehen zu können, was er thut. Die Bilder können von oben oder von der Seite eingesetzt werden.

Die Condensirungslinsen haben vier Zoll im Durchmesser, schneiden daher die Ecken der Glasphotographien nicht ab, wie dieses kleinere Condensatoren thun.

Die Linsen, Fassungen etc. sind in Fig. 36 im Durchschnitt gezeichnet, der hintere Theil mit der Lampe ist perspectivisch dargestellt[194].

a b c d e f g: Das Doppel-Objectiv. *a b*, die Vorderlinsen sind auf einander gekittet. *c d*, die Hinterlinsen sind durch einen Ring getrennt. *e*, Schraube zum Scharfstellen des Bildes. *f g*, Anschraubering. *h h*, Holzrahmen; *h'* gleitet in einer Nuth im Bodenrahmen *l*, und dient zum groben Einstellen des Bildes. *l l*, ein Theil des Bodenrahmens; der Rest ist fort-

193) Von Brothers (Brit. Journ. Phot. 26. Dec. 1873. Phot. Archiv. 1874. S. 9), Liesegang (Phot. Archiv. 1874. S. 6) und Anderen empfohlen.

194) Nach Liesegang, Phot. Archiv. 1874. S. 6.

gelassen, um die Lampe und die Führung des Vordertheils zu zeigen. *m n*, Zungen zum Einschieben in die auf dem Kasten befindlichen Knöpfe. Hierdurch wird das Instrument vorne fixirt, während der Rücktheil sich ein wenig zur Seite schieben lässt. *o o*, Bühne und Feder für die Bilder und den Bildhalter. *p q*, Condensirungslinsen. *r*, Messingring, der die Linsen in der Fassung festhält. *s*, Petroleumbehälter. *t*, Hals zum Eingiessen des Petroleums. *n*, Seite des einen der beiden Tuben. *o o*, die Obertheile der beiden Tuben. Die Dochte sind $1^1/_2$ Zoll breit. *w w*, zwei Knöpfe zum Reguliren der Dochte. *x*, eine Feder zum Festhalten der Lampe. *z*, eine Leiste, welche das zu weite Einschieben der Lampe verhindert. *A B*, die cylindrische Fassung des Apparats (in der Zeichnung ist ein Theil derselben weggelassen, um die Lampe zu zeigen). *C*, der Ventilationsraum. *D*, die Verbindung des Cylinders mit dem Untergestell des Apparats. *E E' E''*, Boden der Elammenkammer. *F*, ein kleiner Glasstreifen vor der Flamme, welcher die erwärmte Luft nach oben dirigirt. *G G'*, die Gläser der Flammenkammer, die in Nuthen auf den Enden von *E E''* ruhen. Diese Gläser schliessen die Flammenkammer derart, dass die äussere Luft nicht anders als durch *C* zwischen den beiden breiten Flammen eindringen kann und dadurch vollkommene Verbrennung und ein intensives weisses Licht erzeugt. Anstatt der Gläser kann man Glimmertafeln verwenden. *H*, der Reflector, zugleich als Verschluss des Apparates dienend. Das Centrum des Reflectors ist genau in der Höhe von *E'*, welches wiederum dem Centrum des Condensators entspricht. *I*, Abzugsrohr für die heisse Luft. *J*, Deckel des Abzugsrohrs zum Absperren der Lichtstrahlen. Je höher man ihn stellt, umsomehr Zug hat die Flamme.

Die Belichtungszeit ist nach Farbe und Dichtigkeit der Diapositive und nach dem Vergrösserungsgrade sehr variabel und bewegt sich etwa (bei nassen Collodionplatten) zwischen 15 Secunden und ebensoviel Minuten[195]).

Mit Bromsilbergelatine ist die Exposition natürlich kürzer. Man hat nach Negativen directe Vergrösserungen mittelst des Sciopticons auf Bromsilbergelatine-Papier erhalten[196]).

B. Petroleum, Gas etc. in Sauerstoff verbrennend.

Alle Kohlenstoffflammen, selbst wenn sie mit Sauerstoff angefacht sind und hell und kräftig leuchten, sind verhältnissmässig arm an chemischer Intensität.

Dies gilt von Petroleum-, Oel-, Gasflammen etc. und auch Holzkohle, in Sauerstoff verbrannt, gibt ein sehr lebhaftes, aber wenig actinisches Licht[197]).

Claudet nahm im December 1841 ein englisches Patent zur Herstellung von künstlichem Licht, worin er zur Herstellung von Porträtphotographien bei Nacht: 1) die Verbrennung von Kohle, angefacht durch Sauerstoffgas, 2) die Flamme von Leuchtgas und kohlenstoffhaltigen Flüssigkeiten, angefacht durch Sauerstoffgas, besonders erwähnte[198]).

In der That hat man 1855 Daguerreotypen nach einem Kupferstiche bei derartigem Licht erhalten, als man in eine Flamme von Leuchtgas,

195) Liesegang, Der Kohledruck. 1877. S. 135.
196) Schumann, Phot. Archiv. 1881. S. 31.
197) Monckhoven, Phot. Corresp. 1871. S. 208, aus Bulletin Belge Phot. Nr. 7.
198) Abridgements of the Specifications relating to Photography. 1861. S. 6.

welches früher mit Petroleum-Dämpfen geschwängert war, Sauerstoff leitete und dies Licht mit einem Reflector verstärkte[199]).

Zur Herstellung von Petroleum-Sauerstofflicht leitet man nach Carl in eine Petroleumflamme Sauerstoff. Man füllt eine Petroleumlampe (Rundbrenner) mit einer gesättigten Lösung von Naphthalin in Petroleum. Innerhalb des Rundbrenners steigt ein enges Röhrchen in die Höhe, welches oben einen Ansatz mit radialen conischen Löchern trägt, aus welchen Sauerstoff ausströmen kann. Zündet man den Docht der Lampe an, so hat man eine stark russende Flamme; leitet man nun Sauerstoff durch, so erhält man einen prächtigen Lichtstern[200]).

Solches Licht hatte Tessié du Mothay zur Strassenbeleuchtung zu verwenden gesucht und 1870 tauchte es unter dem Namen „Licht Philipp" als photographische Lichtquelle auf[201]). Seine Unbrauchbarkeit zu diesem Zwecke sprach Monckhoven aus[202]).

Van Tenac führte in eine mit Oel gespeiste Moderateurlampe einen Sauerstoffstrom an die Innenseite. Das Licht war sehr weiss und intensiv, aber weniger actinisch als brennendes Magnesium[203]).

Leuchtgas, durch Benzol geleitet, in einem Bunsen'schen Brenner verbrannt, indem Sauerstoff dazu geleitet wird, gibt ein helles Licht, bei welchem Chlorknallgas explodirt[204]); trotzdem ist das Licht als ein wenig actinisches zu bezeichnen (Monckhoven[205]).

8. Phosphorescenz-Licht.

A. Allgemeines über phosphorescirende Substanzen.

Phosporescirende Substanzen, Leuchtsteine, Lichtsauger oder Lichtmagnete nennt man bekanntlich solche Körper, welche dem Sonnenlichte ausgesetzt, nachher noch eine Zeit lang auch im Dunkeln einen hellen Schein verbreiten. Die Intensität des Phosphorescenzlichtes wird durch Erwärmen erhöht.

Seit der Schuster Vincentius Casciorolus am Anfange des 17. Jahrhunderts (wahrscheinlich 1604) den Bologner Leuchtstein und 1674 Balduin den nach ihm benannten Phosphorus darstellte, wurden viele andere künstlich erzeugt und zahlreiche natürlich vorkommende phosphorescirende Substanzen entdeckt. Von den mineralischen sind zu nennen: Diamant, Kalkspath, Flussspath, Schwefelcalcium, -Baryum und -Strontium, Alkalien, alkalische Erden und deren Salze, Urannitrat, Salmiak, Salpeter, Bittersalz u. A.; von organischen Substanzen: Weinstein, Benzoësäure, Zucker, Papier, Gelatine, arabisches Gummi, Stärke, Käse, Eierschalen, Knochen, Elfenbein, Leder, Thier- und Menschenhaut u. A.[206]).

199) Roy. Cornw. Polytechn. Soc. 1855. Bd. 41. Silliman Americ. Journ. of Science. Bd. 22, S. 301.
200) Wagner's Jahrber. chem. Technol. 1872. S. 856.
201) Phot. Corresp. 1870. S. 208, aus Bulletin Belge Phot.
202) A. a. O.
203) Dingler's Polytechn. Journ. 1875. Bd. 216, S. 93.
204) Brit. Journ. Phot. 1871. S. 23.
205) Bulletin Société. franç. Phot. 1871. S. 210.
206) Ausführlicheres s.: Heinrich, Die Phosphorescenz der Körper. 1811 bis 1820; Gmelin, Handbuch der anorganischen Chemie. 5. Auflage. 1852. Bd. 1. S. 179; Becquerel, La lumière. 1868; Phipson, The Phosphorescence. 1862; Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik.

Es ist für den Photographen gut, die phosphorescirenden Substanzen zu kennen, weil sich manche seltsame photographische Phänomene (s. S. 33) mit Leichtigkeit aus dem nachträglichen Selbstleuchten gewisser Substanzen erklären.

Die meisten Lichtquellen sind im Stande, den Leuchtstein zu erregen, z. B. Petroleum-, Gaslicht, ja sogar ein brennendes Streichhölzchen. In hohem Grade erregen ihn Magnesiumlicht und electrisches Licht, am besten aber Tageslicht. Gar nicht wirkt eine durch Kochsalz gelb gefärbte Weingeistflamme; dagegen wirkt eine durch Kupfer blaugrün gefärbte Weingeistflamme erregend.

Unter den Strahlen des Sonnenspectrums sind es die ultravioletten (bis über die Linie *P* des Spectrums) und die violetten, welche am stärksten erregen; nach dem Gelb zu nimmt die Wirkung ab und geht nach Becquerel nicht über die Linie *F* des Spectrums. Merkwürdigerweise heben die gelben und rothen Strahlen die Wirkung der violetten Strahlen auf, indem sie das durch diese hervorgerufene Leuchten auslöschen resp. bedeutend abschwächen (schon von Seebeck 1810 beobachtet).

Aehnliche Verhältnisse walten ob, wenn man den Leuchtstein mit farbigen Gläsern bedeckt. Dunkelblaues Glas, obgleich es scheinbar das Licht bedeutend schwächt, lässt alle wirksamen Strahlen durch, ja zu Zeiten, wo das Tageslicht viel rothe und gelbe Strahlen enthält, wird der mit blauem Glase bedeckte Leuchtstein stärker erregt, als durch das reine Tageslicht. Beleuchtet man eine mit phosphorescirendem Pulver bedeckte Fläche, bedeckt sie dann zur Hälfte mit Pappe und zur anderen mit gelbem Glase und beleuchtet abermals, so gewahrt man die auslöschende Wirkung der gelben Strahlen, indem die Hälfte, welche mit dem gelben Glase bedeckt war, fast ganz verlöscht ist, während die Hälfte, die unter der Pappe war, fortleuchtet[207]).

Die Strahlen des Phosphorescenz-Lichtes sind stets weniger brechbar, als jene der erregenden und im Allgemeinen liefern dieselben ein continuirliches bis in's Blaue reichendes Spectrum.

Die Farbe des ausgestrahlten Lichtes ist, wie schon Dufay 1730 beobachtete, unabhängig von der Farbe der erregenden Strahlen, d. h. ein bestimmter Leuchtstein strahlt immer dasselbe Licht aus, gleichviel, ob er durch violettes, blaues oder farbloses Licht erregt wird. Diese Farbe ist das Ergebniss eines bestimmten molecularen Zustandes des Leuchtsteines. Farbig ist das ausgestrahlte Licht überhaupt nur kurze Zeit. Später haben die Leuchtsteine aller Bereitungsweisen das gleiche weissliche Licht[208]). Die besten bis jetzt bekannteren Leuchtpulver leuchten etwa 18 Stunden lang; doch ist zuletzt nur mehr ein schwacher Schimmer vorhanden.

Die Dauer des Phosphorescenz-Lichtes nach der Belichtung ist für die verschiedenen Körper eine sehr verschiedene.

Zwischen der Intensität des Phosphorescenz-Lichtes und der Dauer des Leuchtens existirt keine Beziehung. Z. B. der Arragonit leuchtet ziemlich hell, aber nur 20 Secunden nach der Belichtung; Chlorophan und gewisse Diamanten, welche nach der Belichtung viel weniger hell leuchten, erlöschen erst nach mehreren Stunden.

Das violett (blau) phosphorescirende Schwefelcalcium ist die beste und am hellsten phosphorescirende Substanz, welche man bis heute kennt. Wird

207) Polytechn. Notizbl. 1881. S. 305.

208) Ueber das Spectrum des Phosphorescenzlichtes s. Becquerel a. a. O., Hagenbach (Archives des sciences phys. 1877).

phosphorescirendes Pulver mit einem Harzfirniss angerieben und damit eine Fläche bestrichen, so leuchtet sie nach dem Beleuchten mit Tages-, Sonnen- oder Magnesiumlicht so hell, dass man mit diesem Lichte lesen und mässig grosse Räume dadurch erhellen kann. Diese Farbe war zuerst von dem Engländer Balmain 1877 patentirt und gegen Ende der Siebziger Jahre im Grossen erzeugt[209]), wird aber nunmehr auch in Deutschland und Oesterreich hergestellt.

Diese Farbe fand auch photographische Verwendung zur Construction von Photometern, leuchtenden Photographien etc.

Das violett phosphorescirende Schwefelcalcium leuchtet wohl noch 12 bis 18 Stunden nach der Insolation, aber die Intensität nimmt rasch ab.

E. Becquerel bestimmte mit einer Probe von blauem Calciumsulphid die Intensität des ausgestrahlten Lichtes nach verschiedenen Zeitintervallen[210]).

Secunden	Intensität	Secunden	Intensität	Secunden	Intensität
0 . . .	1,000000	265 . . .	0,011744	1110 . . .	0,002586
35 . . .	0,076300	420 . . .	0,007765	1305 . . .	0,001996
75 . . .	0,034883	545 . . .	0,006280	1525 . . .	0,001736
125 . . .	0,026752	700 . . .	0,004582	1725 . . .	0,001488
170 . . .	0,017899	930 . . .	0,003084		

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, dass während der ersten 30 Secunden nach der Exposition die Intensität des Lichtes rasch abnimmt, dass jedoch später die Abnahme langsamer erfolgt. Nach den Angaben desselben Gewährsmannes wird eine Verschiedenheit von $^1/_{50}$ der Intensität leicht durch die Netzhaut wahrgenommen. Wie die obige Tabelle lehrt, ist zu empfehlen, die Beobachtung in dem Zeitraum von 30 bis 60 Secunden nach der Insolirung zu beginnen. Bezüglich der Zeit, welche erforderlich ist, um das Leuchten zu erregen, fand Warnerke[211]), dass mit Rücksicht auf die körnige Beschaffenheit des verwendeten phosphorescirenden Pulvers die volle Erregung in einem Zeitraum von 3 Secunden und nicht augenblicklich stattfindet, wie letzteres der Fall sein würde, wenn die Oberfläche ganz glatt wäre.

Nach Darwin ist die Abnahme der Phosphorescenz von Balmain's leuchtender Farbe

Helligkeit	unmittelbar nach der Belichtung . .	100
„	nach 18 Secunden	56,5
„	„ 45 „	25,1
„	„ 1 Minute 33 Secunden . .	14,1
„	„ 5 „	6,1
„	„ 10 „	2,89
„	„ 20 „	1,34
„	„ 40 „	0,604
„	„ 60 „	0,376

Allgemeine Gesetze der Lichtabnahme versuchte Darwin zu geben, jedoch sind die Resultate unsicher[212]).

209) Das Balmain'sche Farb-Patent befindet gegenwärtig sich in den Händen von Ihlee und Horne in London.

210) Phot. Corresp. 1880. S. 36.

211) Ibidem.

212) Philos. Magaz. (5.) 9. S. 209. Naturforscher 1881. S. 182.

B. Phosphorographien.

Fällt auf eine mit Leuchtfarbe überzogene Platte durch eine Zeichnung oder in der Camera ein Bild, so erscheint auf derselben im Finstern das Bild mit demselben Verhältniss von Licht und Schatten selbstleuchtend.

Im Jahre 1824 hatte Daguerre einige Zeit lang gehofft, es lassen sich die phosphorescirenden Substanzen dazu verwenden, Bilder in der Camera zu erhalten. Er machte in dieser Richtung erfolglose Versuche, fand aber bei dieser Gelegenheit eine ziemlich gute Methode aus Schwerspath einen Leuchtstein zu machen[213]).

Die Lichtbilder auf phosphorescirenden Substanzen nennt man „Phosphorographien".

Derartige Bilder geben niemals scharfe Bilder, indem das von dem einen Theilchen ausgesandte Licht die benachbarten zum Leuchten bringt; deshalb verschwimmen feine Linien[214]).

Auch 1868 beschäftigte man sich in England mit Versuchen, auf Platten, welche mit phosphorescirenden Substanzen überzogen waren, Phosphorescenz-Photographien herzustellen, indem man selbe unter einem Negativ durch wenige Secunden dem Sonnenlicht aussetzte. Das Bild leuchtet im Dunklen und verschwindet aber allmählig für alle Zeit. (Diese Versuche sind im „Brit. Journ. of Phot." 17. April 1868 beschrieben.)

Man versuchte dann kurz darauf permanent leuchtende Photographien mit dem Einstaub-Verfahren zu erhalten, indem Gummi-Zucker-Honig mit Bichromat versetzt und nach dem Belichten unter einem Negativ mit phosphorescirenden Pulvern eingestaubt wurde. Diese haften nur an den nicht vom Lichte getroffenen Stellen; das Bild wird wie alle anderen Einstaubbilder fixirt. Diese phosphorescirenden Bilder erscheinen, so oft man sie dem Lichte aussetzt[215]).

Woodbury stellte 1879 wieder solche leuchtende Photographien her, indem er Glasplatten mit einem Gemisch von Dextrin, Honig und Ammoniumbichromat überzog, darauf ein „Einstaubbild" (s. d.) erzeugte und nun mit phosphorescirenden Pulvern einstaubte[216]).

Recht hübsche phosphorescirende Photographien lassen sich dadurch erhalten, dass man Diapositive auf Glas oder mittelst Wachs, Damarfirniss etc. transparent gemachte positive Papierbilder an der Rückseite mit Leuchtfarbe bestreicht. Legt man diese Bilder an die Sonne oder beleuchtet sie mit Magnesium, so erscheint das Bild im Dunkel schön nuancirt leuchtend, da den Halbtönen entsprechend das Licht verschieden stark durchschimmert. Derartige Bilder wurden von Emil v. Schmidt in Wien zuerst im März 1881 dargestellt[217]). Später kamen diese Bilder in den Handel. Durch den Schwefelgehalt der Leuchtfarbe werden Silberbilder bald zum Vergilben gebracht; Pigment- oder Lichtdrucke sind beständig.

C. Photographien mittelst Phosphorescenz-Licht.

Das blaue und violette Phosphorescenzlicht des Calciumsulfides wirkt auf photographische Präparate in wenigen Secunden kräftig ein, dagegen das grün phosphorescirende Schwefelstrontium äusserst wenig (Eder).

213) Comptes rendus. 1839. Bd. 8, S. 243.
214) Abney, Phil. Mag. (5.) XI. 300. Beibl. z. Ann. d. Phys. u. Chem. 1881. S. 509.
215) Brit. Journ. of Phot. 1881. XXVII, S. 380.
216) Phot. News. 1879. S. 210.
217) Phot. Corresp. 1881. S. 57.

Dass das Licht gewisser Leuchtsteine Jodsilber afficirt, wusste schon Daguerre.

Er soll versucht haben, mittelst phosphorescirender Substanzen seine Plattenbilder in nicht verkehrter Stellung aufzunehmen[218]). Er überzog eine Tafel mit leuchtender Farbe und setzte diese an die Stelle des matten Glases in der Camera, d. h. er belichtete sie wie eine empfindliche Platte. Sodann legte er sie im Dunkeln auf eine jodirte Silberplatte. Durch Quecksilberdampf liess sich auf der letzteren das Spiegelbild des Camerabildes entwickeln.

Becquerel fand (1857 und 1858), dass einzelne Körper nach der Insolation im Dunkeln durch das von ihnen ausgestrahlte Phosphorescenzlicht auf empfindliches photographisches Papier wirken — ein Resultat, das man erwarten darf, sobald der Körper mit einem Lichte phosphorescirt, das sich dem violetten Ende des Spectrums nähert.

Der leuchtende Phosphor bringt auf nasse Collodion-Jodsilberplatten nach A. Vogel 1863 in 3 Stunden eine Wirkung hervor, ungefähr ebenso stark, als Tageslicht in 6 Secunden.

Schwache, jedoch unverkennbare Einwirkungen erhielt A. Vogel auch durch phosphorescirende Substanzen, wie belichtetes Flussspathpulver und Zucker, wenn diese im Dunkeln gegen photographisches Papier gepresst wurden[219]).

Schnauss hatte 1878 constatirt, dass auf nasse Collodionplatten das Licht phosphorescirender Substanzen einwirkt und dass auf diese Weise Copien auf nassem Collodion erzeugt werden können[220]).

Fast gleichzeitig und unabhängig von einander brachten 1880 Warnerke und Lieutenant Darwin die Idee zur Ausführung, Photographien mittelst phosphorescirender Substanzen zu erzeugen. Warnerke hatte seine Bemerkungen „über ein neues System der Photographie“ in der April-Sitzung 1880 der „Photographic Society of Great Britain“ in einem Schreiben veröffentlicht[221]).

Er präparirt eine phosphorescirende Platte, indem er phosphorescirendes Schwefelcalcium auf eine Glasplatte oder Papier aufträgt. Als Bindemittel des phosphorescirenden Pulvers kann Albumin angewendet werden, welches zugleich die zerstörende Wirkung der Atmosphäre hintanhält. Wird die phosphorescirende Fläche auf einer collodionirten Glasplatte hergestellt, so erhält man durch Abziehen des Häutchens eine biegsame Schicht. Die mit Schwefelcalcium bedeckte Platte erscheint dunkel, so lange sie nicht an's Licht gebracht wird. Exponirt man sie in der Camera (z. B. 1 Minute) und bringt sie dann in einen finstern Raum, so bemerkt man, dass die vom Licht getroffenen Stellen leuchtend geworden sind. Legt man das leuchtende Bild auf eine Emulsionsplatte (durch ungefähr 5 Minuten) und entwickelt, so entsteht ein vollkommenes Negativ, aber verkehrt. Es genügt eine Belichtung der Phosphorescenz-Platte durch wenige Secunden, um ein im Dunklen sichtbares Bild zu erhalten. Durch Erwärmen der Platte

218) Phot. Archiv 1881. S. 152.

219) Münchener Berichte. 1863. 2, S. 266. Fortschritte d. Physik. 1863. S. 264. Schrötter machte 1865 einen ähnlichen Versuch mit negativem Erfolge (Jahresbericht für Chemie. 1865. S. 96).

220) Phot. Archiv. 1881. S. 152.

221) Phot. News. 1880. S. 257 und 258. Phot. Corresp. 1880. S. 149.

wird das Phosphorescenz-Licht heller. Das leuchtende Bild hält so lange Zeit an, dass es mehrmals hintereinander auf Emulsionsplatten copirt werden kann. Es ist bemerkenswerth, dass ein in der Camera erzeugtes Phosphorescenz-Bild nicht scharf ist, offenbar weil der Focus der Linsensysteme nicht für die Phosphorescenz erregenden Strahlen (das sind insbesondere ultraviolette und violette Strahlen) corrigirt ist. Eine einmal leuchtend gewordene phosphorescirende Platte leuchtet im Finstern mehrere Stunden lang, aber erlöscht dann allmählig; im rothen oder grünen Lichte wird das Phosphorescenz-Licht schon nach wenigen Minuten ausgelöscht. Setzt man eine leuchtend gewordene Platte unter rothem Glase oder einer grünen Anilinfarben-Schicht durch mehrere Minuten dem hellen Tageslichte aus, so verliert sie das Vermögen, im Dunkeln zu leuchten. Diese auslöschende Wirkung vermag nicht jedes rothe oder rubinrothe und, nach Warnerke, auch grünes Glas hervorzubringen. Wenn man eine Phosphorescenz-Platte unter einem gewöhnlichen Negativ belichtet, so erhält man ein leuchtendes negatives Bild, welches im Contact mit einer Emulsionsplatte ein scharfes Positiv zu copiren gestattet. Wenn eine Phosphorescenz-Platte belichtet wird, dann mit einem Negativ und einer auslöschenden farbigen Platte bedeckt und dem Lichte ausgesetzt wird, so copirt sich ein leuchtendes positives Bild. An den vom auslöschenden Lichte getroffenen Stellen wird nämlich das Vermögen, im Finstern zu leuchten, zerstört. Mit den Phosphorescenz-Platten ist es nach Warnerke möglich, Photographien vom rothen Ende des Spectrums zu erhalten. Die Platte muss zuvor an der ganzen Oberfläche belichtet werden. So, wie sie vom Sonnenspectrum getroffen wird, löschen die weniger brechbaren Strahlen (am rothen Ende) das Leuchtvermögen aus und lassen nur die dunkeln Fraunhoffer'schen Linien auf der Platte leuchtend zurück. Diese kann man auf eine Gelatine- oder Collodionplatte copiren (vergl. Phosphorographien S. 146).

Lieutenant Darwin hatte ganz ähnliche Experimente gemacht[222]) und sich dabei Balmain's phosphorescirenden Anstriches (luminous paint) bedient. Er setzte eine Phosphorescenz-Platte 3 bis 4 Secunden dem Sonnenlichte aus, deckte ein Negativ und rothes Glas darüber und liess das Sonnenlicht $1^1/_2$ Minuten einwirken; als er die Platte in's Dunkle brachte, zeigte sich ein leuchtendes Negativ. Als er dieses durch 30 Secunden mit einer Trockenplatte in Contact brachte, gab diese beim Entwickeln ein Negativ.

Das Licht von phosphorescirendem Schwefelcalcium (Balmain's Farbe) wirkt lebhaft auf Bromsilbergelatine-Platten. Baden Pritchard beobachtete, dass ein mit Schwefelcalcium bestrichenes Papier nach einer 5 Minuten langen Besonnung so lebhaft auf Bromsilbergelatine wirkte, als ein Gasbrenner. Nach 30 Secunden entstand ein Bild[223]).

Vincent empfahl, phosphorescirende Platten zur Herstellung von Diapositiven auf Bromsilbergelatine nach Negativen im Copirrahmen, weil das Licht auf der ganzen Fläche gleichmässig wirkt (gleichmässiger als Kerzenlicht), die Lichtstrahlen parallel einfallen, die Expositionsdauer genauer regulirt werden kann (?) und die Luft nicht so verschlechtert wird, wie durch Gaslicht (vergl. Cap. IX. Sensitometer).

222) Phot. News. 1880. S. 262. Phot. Corresp. 1880. S. 150.
223) Phot. News. 1879. S. 502.

Vincent[224]) erhielt Diapositive auf Bromsilbergelatine im Copirrahmen durch Auflegen, indem er unter einem Negativ mittelst einer aufgelegten Phosphorescenz-Platte (Balmain'sche Farbe) durch 3 bis 4 Secunden belichtete und mit Eisenoxalat entwickelte. Diese Exposition genügte, wenn die Phosphorescenz-Platte 5 Minuten nach dem Aussetzen an das zerstreute Tageslicht auf die Bromsilbergelatine einwirkte; 10 Minuten nach dem Aussetzen musste er 15 Secunden lang einwirken lassen, nach 15 Minuten ungefähr 25 Secunden. Unmittelbar nach der Insolation am Tageslichte leuchtet die Platte noch so hell, dass oft schon 1 Secunde zu lang ist. Mit anderer Farbe muss öfter länger exponirt werden; Schlegel exponirte z. B. 50 Secunden[225]).

Henderson versuchte der Bromsilbergelatine-Emulsion leuchtendes Schwefelcalciumpulver einzuverleiben und wollte dadurch eine Abkürzung der Exposition erzielen, indem neben dem photographischen Bild auf Bromsilber ein Phosphorescenzbild entsteht, welches in zweiter Linie wieder auf das Bromsilber zurückwirkt[226]).

Dieser Vorschlag lässt sich aber nicht gut realisiren[227]), weil solche Emulsionen immer grobkörnig sind, sich leicht entmischen und keine feinen Negative geben. Ferner entsteht (namentlich in wässerigen Silbersalz-Emulsionen) leicht Schwefelsilber; die Emulsion zersetzt sich also. Namentlich beim Behandeln mit sauren Entwicklern etc. geht diese Zersetzung vor sich. — Trotzdem ist die Idee nicht zu verwerfen.

Eine mit phosphorescirender Farbe bestrichene Glasplatte, welche durch vorheriges Aussetzen an das Tages-, Sonnen- oder Magnesiumlicht leuchtend gemacht wurde, vermehrt das electrische Leitungsvermögen des Selens (in Siemens' photoelectrischen Apparat) bedeutend. Ging das Phosphorescenzlicht durch blaues oder grünes Glas, so wird es geschwächt; durch rothes oder gelbes wird die Wirkung aufgehoben. 350 qcm der phosphorescirenden Platte wirken auf das Selen ebenso stark, wie 0,0014 Normalkerzen[228]).

Ueber das Warnerke'sche Phosphorescenz-Photometer s. Cap. IX.

224) Phot. Archiv. 1881. S. 136 und 173. Aus Phot. News. 1881.
225) Phot. Archiv. 1881. S. 133.
226) Phot. News 1880. S. 618 und 630.
227) Vidal, Phot. News. 1881. S. 18.
228) Obach, Beibl. Annal. Phys. Chem. 1881. S. 139.

NEUNTES CAPITEL.

DIE PHOTOMETRIE DER CHEMISCH WIRKSAMEN STRAHLEN UND DIE PRÜFUNG DER EMPFINDLICHKEIT PHOTOGRAPHISCHER PRÄPARATE.

Literatur:

Becquerel, La lumière. 1868. — Bunsen und Roscoë, Chlorknallgas-Photometer: Poggendorff's Annalen der Physik. Bd. 96, S. 96 und 373; Bd. 100, S. 43 und 481; Bd. 101, S. 255; Bd. 108, S. 193. Chlorsilberpapier-Photometer: Poggendorff's Annalen. Bd. 117, S. 529; Bd. 124, S. 353; Bd. 132, S. 404. Ergänzungsband zu Poggendorff's Annalen. Bd. 5, S. 177. — Marchand, Etude sur la force chimique contenue dans la lumière du soleil. 1875. — Radau, Actinometrie. 1877. — Warnerke, Photographic News. 1880. S. 2; auch Bulletin de l'Association Belge de Photogr. Bd. 6, S. 403. — Pizzighelli, Photographische Correspondenz. 1880: S. 179 u. ff. — Vogel, Lehrbuch der Photographie. 1878. Vogel und Sawyer, Das photogr. Pigmentverfahren. 1875. — Stein, Das Licht. 1877. — Schilling, Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung. 3. Aufl. — Post, Chemisch-technische Analyse. 1881.

I. Allgemeines über Photometrie und Normallicht.

A. Synonyme Bezeichnungen.

Die Messung der Intensität der chemisch wirksamen Lichtstrahlen pflegt man meistens Actinometrie zu nennen, zum Unterschiede von der Photometrie, unter welcher, seit Lambert 1760 diesen Namen zuerst gebrauchte, die Messung der optischen Helligkeit verstanden wird. Jedoch wird diese Unterscheidung durchaus nicht scharf genommen und man spricht sehr häufig von der Photometrie der chemischen Strahlen; andererseits ist als Actinometer oft ein Instrument bezeichnet, welches die im Sonnenlicht enthaltenen Wärmestrahlen misst. Marchand suchte die Bezeichnung „Photantitypimeter" statt Actinometer und „Antitypie" statt chemischer Kraft des Sonnenlichtes einzuführen, Garneri nannte seinen Lichtwirkungsmesser „Photergimeter", Draper gebrauchte den Ausdruck „Tithonometer", De Limency „Lucimeter", Claudet „Dynactinometer" und Herschel und Hunt nannten ihr selbstregistrirendes chemisches Photometer „Actinograph", während Jordan für ein ähnliches Instrument den Ausdruck „Heliograph" gebrauchte.

B. Princip der Actinometrie oder chemischen Photometrie.

Um in der Photometrie zu sicheren, mit sich selbst in keinem Widerspruch stehenden Daten zu gelangen, muss man sich vor Allem an die mehrfache Wirksamkeit der Lichtstrahlen erinnern. Am frühesten beachtet und selbst bis heute geradezu mit ihrem Begriffe identificirt, finden wir die optisch-physiologische Wirkung der Lichtstrahlen auf die Netzhaut des Auges; gleichfalls frühe wurde bemerkt, dass die Lichtstrahlen nicht blos leuchten, sondern auch wärmen. Aber schon die Beobachtung, dass hierbei Helligkeit und Wärme nicht immer gleichen Schritt halten, gehört der Neuzeit an und noch jünger ist die Erkenntniss chemischer Wirkung der Lichtstrahlen. Die optischen Helligkeiten zweier Lichtquellen gestatten keinen Schluss auf die thermischen (d. i. erwärmenden) oder chemischen Wirkungen (s. Cap. VIII, S. 98). Es ist also durch den Fortschritt der Wissenschaft eine dreifache Photometrie oder Lichtmesskunst gefordert und jede verlangt ihre eigenen Instrumente und ihre gesonderte wissenschaftliche Erforschung.

Die chemische Wirkung des Lichtes hängt von der Empfindlichkeit der Substanz ab und ist daher für Silbersalze eine andere als für Chromsalze (s. S. 57). Deshalb giebt es streng genommen ebenso viele Photometrien chemisch wirksamer Strahlen, als es lichtempfindliche Substanzen giebt. Glücklicher Weise hat sich aber gezeigt, dass wenigstens in weiteren Grenzen verschiedene Fälle hier parallel gehen. Während es ganz und gar unmöglich ist, aus den optischen Wirkungen zweier Lichtquellen Schlüsse auf ihre chemischen Wirkungen zu machen, so ist es erlaubt, aus den Anzeigen des Chlorknallgas-Photometers auf diejenigen des Chlorsilber-Photometers (in weiteren für die Praxis zumeist ausreichenden Grenzen) zu schliessen, wie Roscoë und Thorpe bestätigten[1]).

Die Zusammenstellung von einigen Curven, welche die Wirkung des Spectrums auf verschiedene photographisch oder auch actinometrisch verwendete Substanzen ergeben, wurde schon oben (S. 101) gegeben. Ihre Nebeneinanderstellung ist sehr instructiv und zeigt, wie sehr verschieden das verschiedenfarbige Licht wirkt und wie unzulässig die Anzeigen einer bestimmten Photometersubstanz für andere lichtempfindliche Präparate sind[2]).

C. Actinometrisches Normalmass und Normallicht.

Lipowitz nahm für sein Eisenoxalat-Photometer als Massstab einer Lichtwirkung diejenige Menge Flüssigkeit an, welche beim Licht einer Stearinkerze, 6 Stück auf das Pfund, 11 Zoll lang, in einer Stunde abfliesst. Dieses Mass nennt er, wie schon Herschel bei seinem Actinometer gethan, eine Actine[3]).

Bunsen und Roscoë wählten beim Chlorknallgas-Photometer als Normalflamme eine in atmosphärischer Luft verbrennende Kohlenoxydflamme, die auf einer kreisrunden, 7 Millimeter im Durchmesser haltenden Oeffnung eines Platinbrenners brennt und durch eine verschwindend kleine Druckdifferenz bewegten Gaszufluss 5 Cubiccentimeter von 0° C. und 760 Milli-

1) Reitlinger, Phot. Corresp. 1871. S. 70.
2) Bull. de l'Associat. Belge de Phot. Bd. 6, S. 403, aus Phot. News. 1880. Aehnliche Curven gaben auch Becquerel (mit Rücksicht auf sein photoelectrisches Photometer) in „Lumière" und Marchand für sein Eisenoxalat-Photometer.
3) Kreutzer, Zeitschr. f. Photogr. 1860. Bd. 1, S. 188.

meter Druck in der Secunde beträgt[4]). Hierzu wurde constatirt, dass mit dem Zuwachs des zuströmenden Gases der Zuwachs der von der Flamme ausgeübten chemischen Wirkung proportional ist, wenigstens innerhalb der Grenze von 3 bis 6 Cubiccentimenter pro Secunde. Mittelst dieser Normalflamme wurden zunächst die Angaben verschiedener Instrumente auf ein und dieselbe Lichteinheit reducirt und untereinander vergleichbar gemacht. Als chemische Lichteinheit wurde diejenige chemische Wirkung angenommen, welche die Normalflamme bei 1 m Entfernung in einer Minute ausübt. Zehntausend Lichteinheiten geben einen Lichtgrad. Wo es sich darum handelt, die in einer gewissen Zeit auf ein Flächenelement auffallende Lichtmenge in absolutem Masse auszudrücken, fanden sie es am zweckmässigsten die photochemische Wirkung in Höhen einer Salzsäureschicht anzugeben, welche über der bestrahlten Fläche erzeugt sein würde, wenn das auffallende Licht eine unendlich grosse Chlorknallgasschicht parallel durchstrahlt hatte. Sie nannten der Kürze wegen diese in Metern gemessene Höhe „Lichtmeter".

Flammen von gewöhnlichen Lampen verwarfen Bunsen und Roscoë, weil sie Schwankungen ihrer optischen und chemischen Helligkeit zeigen, ebenso wie durch den electrischen Strom glühend gemachte Metalldrähte[5]).

Für jene Photometer, welche darauf beruhen, dass Chlorsilberpapier einen bestimmten Färbungsgrad annimmt, wird der Normalpunkt meist mehr oder weniger willkührlich gewählt. Bunsen und Roscoë nahmen als Normalfarbe ein Gemisch von 1000 Theilen Zinkoxyd und 1 Theil Lampenruss und nahmen als Einheit diejenige Lichtstärke an, welche in einer Secunde auf dem photographischen Normalpapier die Normalschwärze hervorbringt. Vidal zog vor, die Farbentöne zu wählen, welche entstehen, wenn man Chlorsilberpapier durch 5, 10, 15 Secunden etc. in den Sonnenstrahlen eines klaren Sommertages zwischen 11 und 1 Uhr exponirt; was aber weniger constant ist.

Marchand mass die aus seiner Eisenlösung ausgeschiedenen Cubiccentimeter Kohlensäure, welche bei 5 oder 10 Quadratcentimeter Oberfläche ausgeschieden waren.

Der Verfasser bezog die Lichtwirkung auf die aus seinem Quecksilber-Oxalat-Photometer ausgeschiedenen Milligramme Quecksilber-Chlorür, sobald die dem Lichte dargebotene horizontale Oberfläche einen Quadratcentimeter Fläche hatte.

Das Bunsen-Roscoë'sche Kohlenoxydlicht ist das einzige anerkannte Normallicht für lichtempfindliche Substanzen, welches häufig empfohlen wurde, und in der That für exacte Arbeiten auch sehr zu empfehlen ist.

Für practische photographische Arbeiten, bei denen man ein Normallicht nöthig hat (z. B. Vergleichung der Empfindlichkeit photographischer Platten), ist das Kohlenoxydgas-Normallicht zu umständlich und Verfasser empfiehlt folgenden Weg:

Man lasse Leuchtgas (Steinkohlengas) aus einem Rohr[6]) von 1 Millimeter Oeffnung ausströmen, entzünde es und regulire den Gaszutritt derartig, dass die Flammenhöhe 68,4 Millimeter beträgt. Bei diesem Licht exponire man die photographischen Platten unter irgend einem Scalenphotometer etc., dessen Grade bekannte Werthe haben (z. B. Vogel's Photometer),

4) Poggendorff's Annal. 1859. Bd. 108, S. 193.
5) Poggendorff's Annal. d. Phys. 1859. Bd. 108, S. 194.
6) Messingrohr mit Platinspitze.

in einer Distanz von 1 m durch eine bestimmte Zeit (Bromsilbergelatine $^1/_4$ bis 1 Minute). Dann wird die Platte mit dem Entwickler behandelt.

Die Intensität der Flamme eines Leuchtgas-Einlochbrenners von bestimmter Höhe ist, wie Girond zeigte[7]), constant, selbst dann, wenn die Leuchtkraft des Gases um 15 Procent auf- und abschwankt. Die Leuchtkraft eines Einlochbrenners von 67,5 Millimeter Flammenhöhe ist gleich $^1/_{10}$ Carcellampe = 0,96 Wallrathkerzen = 0,983 deutschen Vereinskerzen; beträgt die Flammenhöhe 68,4 Millimeter, so ist die Leuchtkraft = 1,00 englische Wallrathkerzen.

Verfasser hat Versuche mit diesem Brenner gemacht und in der That während der Beobachtungszeit von mehreren Stunden genügend constante Resultate erhalten.

An Orten, wo man kein Gas hat, kann man sich mit gutem Erfolge einer sog. Normalkerze bedienen. Man wirft allerdings den Normalkerzen viele Fehler vor; in der That entwickeln die Kerzen bei freiem Brennen keine constante Leuchtkraft[8]). Dennoch haben zahlreiche Versuche von Fachmännern des Gas-Beleuchtungswesens gezeigt, dass bei einer bestimmten Flammenhöhe eine hinreichende Constanz für Beleuchtungszwecke vorhanden; dasselbe gilt, nach Versuchen des Verfassers, vollinhaltlich für photographische Zwecke, da eine Empfindlichkeitsdifferenz von 5 bis 10 Procent nicht belangreich ist, das Licht aber bei constanter Flammenhöhe solche Schwankungen nicht macht.

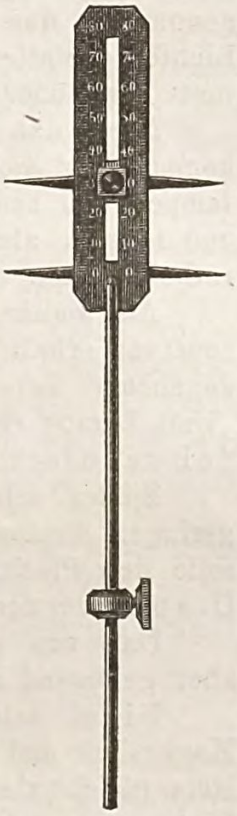


Fig. 36a. Photometer.

Um die Flammenhöhe bequem zu messen, ohne sich der Flamme nähern zu müssen, ist mit dem Kerzenhalter ein verticaler verschiebbarer Stift verbunden, welcher zwei feine Metallspitzen in der verlangten Entfernung trägt (Fig. 36a). Die untere Spitze ist so gestellt, dass sie genau auf den unteren Rand der Flamme zeigt. Als solcher wird die Stelle angesehen, an welcher der blaue Theil der Flamme unten am Docht beginnt und denselben berührt. Diese Stelle ist leicht kenntlich durch das hier beginnende Schwarzwerden des Dochtes. Sobald als die Spitze der Flamme die obere Metallspitze berührt oder in dieselbe Horizontalebene gelangt, werden die Messungen vorgenommen. Rüdorff stellt die verlangte Flammenhöhe her, indem er an der in vollem Brennen begriffenen Kerze den Docht so weit abschneidet, dass die Flamme zunächst eine etwas geringere Höhe zeigt und dann wartet, bis sie die verlangte Höhe erreicht hat. Es ist darauf zu achten, dass der Docht stets senkrecht in der Mitte stehe.

In London und Berlin wird zu den officiellen Messungen eine Wallrathkerze verwandt, von welcher sechs auf ein Pfund gehen. Sie soll einen

7) Giroud, Journal für Gasbeleuchtung. 1880. S. 700. Er fand weiter, dass bei gleichem Gas und gleicher Brenneröffnung die Flammenhöhe des Einlochbrenners direct proportional dem Consum ist; ferner, dass für verschiedenes Leuchtgas und gleiche Flammenhöhe der Consum im umgekehrten Verhältnisse zur Leuchtkraft des Gases steht. — Auf einem ähnlichen Principe construirte Lowe (Schilling's Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung. 3. Aufl. S. 219) seine vielfach angewandte Photometer-Methode.

8) Coglievina, Centigradphotometer. 1880. S. 1.

stündlichen Consum von 120 englischen Grans = 7,78 g haben. Die Flammenhöhe während der Messungen beträgt $1^3/_4$ Zoll engl. = 44,5 mm.

Die Kerze des Vereins der Gas- und Wasserfachmänner ist aus Paraffin hergestellt. Nach den Versuchen von Rüdorff[9]) zeigt diese Kerze jedoch eine nicht genügende Constanz der Lichtstärke; nur die Wallrath- und Stearinkerzen genügen in dieser Hinsicht.

Vergleicht man die angeführten Normalflammen in Bezug auf ihre Leuchtkraft, so ist das Licht von 1000 Wallrathkerzen gleichwerthig mit dem von 1023 Vereinskerzen von 104 Pariser Carcellampen[10]).

Die photometrischen Messungen werden in einem Zimmer vorgenommen, das den Ausschluss des Tageslichtes und jedes anderen fremden Lichtes gestattet, und dessen Wände zur Vermeidung von störenden Reflexen matt grau oder dunkel angestrichen sind.

Auch das Licht von Oellampen wird als Normallicht benutzt. Es kommt hier wohl nur die in Paris gebrauchte mit Rüböl gespeiste „Carcellampe“ von bestimmter Form[11]) in Betracht. Selbe ist käuflich zu beziehen und besser, als eine Normalkerze. — Hierher gehört auch Keates' Wallrathöl-Lampe von constantem Niveau[12]).

Als anderes in Betracht zu ziehendes Normallicht ist ein durch einen constant erhaltenen galvanischen Strom glühend gemachter Platindraht von gegebener Länge und Dicke, wie dies 1844 von Draper[13]) zu seiner „Unit Lamp“ (Einheitslampe) und später von Zöllner vorgeschlagen war; Schwendler benutzte zu demselben Zwecke Platinblech[15]).

Später schlug Crookes an Stelle des ungenau befundenen und bei geringen Stromschwankungen inconstanten electrischen Glühlichtes vor, man solle den Platindraht mit einer Alkohol-Benzol-Flamme[16]) glühend machen. Draper verwendete hierzu eine gleichmässige Wasserstoffflamme[17]).

Das von glühendem Platin ausgestrahlte Licht wirkt wohl schwach, aber genügend auf Bromsilbergelatine ein (Eder).

Nicol schlug vor, ein Quantum eines Gemisches von gepulvertem Magnesium und Salpeter zu verbrennen; bei gleichen Mengen entwickelt sich stets gleich viel Licht. Es brennt in einem Momente ab und ist angeblich leicht von constanter Qualität zu erhalten[18]). Dass diese letzte Voraussetzung irrthümlich ist, zeigte Wilsón, welcher aufmerksam machte, dass der Grad der Feinheit des Pulvers, seiner Mischung, die Feuchtigkeit der Luft, die Temperatur eine Rolle spielt.

Verfasser bemerkt hierzu, dass man am besten ein genau gewogenes Quantum ganz reines Magnesium in einer bestimmten Distanz vor der zu prüfenden unter einem Sensitometer befindlichen Platte verbrennt und die Wirkung in Photometergraden angibt. Zur Prüfung von Trockenplatten genügt es 5 bis 10 mg Magnesium in einer Distanz von 3 bis 4 m ab-

9) Journal f. Gasbeleuchtung. 1869. S. 577.
10) Schilling, Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung. 3. Aufl. S. 214.
11) Schilling's Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung. 3. Aufl. S. 213.
12) Fortschritte d. Physik. 1869. S. 356.
13) Journal für Gasbeleuchtung. 1880. S. 706.
14) Poggendorff's Annalen. 1857. Bd. 100, S. 381 u. f.
15) Journal für Gasbeleuchtung. 1880. S. 706. Dingler's Polyt. Journ. 1880. S. 271.
16) 5 Vol. Alkohol (d = 0,805) und 1 Vol. reines Benzol (Fortschr. d. Physik 1870. S. 371).
17) Fortschr. d. Physik. 1872. S. 398.
18) Phot. Wochenbl. 1881. S. 140, aus Brit. Journ. of Phot. 1881. S. 182.

zubrennen. Das vom Verfasser untersuchte Magnesium des Handels war genügend rein, namentlich zink- und eisenfrei, gibt demnach constante Resultate (vergl. S. 99).

Als Normallicht, bei welchem die zu prüfenden Platten exponirt werden sollen, schlug Warnerke eine mit phosphorescirender Farbe bestrichene Platte vor, welche durch Bestrahlen von 1 Zoll Magnesiumband leuchtend gemacht wurde. Die phosphorescirende Platte wird 1 Minute nach der Bestrahlung auf das Sensitometer gelegt, unter welchem sich die Probeplatte befindet. Temperaturunterschiede von — 14 bis + 17 ° C. sollen ohne Einfluss sein; grössere Mengen Magnesiumband ändern das Resultat nicht, indem obiges Quantum schon die äusserste Intensität giebt.

Die Absicht, dadurch ein Normallicht zu gewinnen, ist aber nicht erreicht, schon deshalb, weil die phosphorescirenden Farben enorm in ihren Eigenschaften differiren (Stolze[20]), was auch Pizzighelli[21]) mit Recht hervorhebt.

II. Versuch optische Photometer photographisch zu verwerthen.

Um die optischen Photometer zur Messung der Intensität der chemisch wirksamen Strahlen verwendbar zu machen, schlug Draper vor[22]), das in irgend ein optisches Photometer[23]) fallende Licht durch ammoniakalische Kupfersulfatlösung fallen zu lassen und dann die Intensität des blauen Lichtes mit dem Auge zu schätzen. Die blaue Lösung lässt nur die vorzugsweise chemisch wirkenden, nicht aber die optisch hellsten Strahlen (Roth, Gelb) durch.

Hierher gehört auch Husnik's Photometer, bei welchem in einem Kasten ein schwarzer Fleck auf ultramarinblauem Grunde sich befindet. Man schiebt nun den Deckel des Kastens so weit zu, dass der Fleck verschwindet[24]).

III. Photometer mit Chlorgas und Wasserstoffgas oder Kohlenoxydgas.

Wie oben angegeben wurde (S. 14), verbindet sich ein Gemisch von Chlor und Wasserstoff langsam im zerstreuten und mit Explosion im directen Sonnenlichte, indem sich Chlorwasserstoffsäure bildet, die bekanntlich im Wasser äusserst löslich ist. Wenn man nun gleiche Raumtheile Chlor und Wasserstoff mit etwas Wasser in ein Glasrohr bringt, kann die Menge von Chlorwasserstoffsäure, welche sich in einer gegebenen Zeit bildet und im Wasser löst, als Vergleichungsmassstab für die verschiedenen Lichtquellen dienen.

Draper hatte schon im December 1843 in seinem Photometer (von ihm Tithonometer genannt) die Volumverminderung, welche das Gemenge von Chlor und Wasserstoff unter einer absorbirenden Flüssigkeit durch Be-

19) Phot. Corresp. 1881. S. 178.

20) S. Stolze, Phot. Wochenbl. 1881. S. 77 und Pizzighelli, Phot. Corresp. 1881. S. 178.

21) Phot. Corresp. 1881. S. 185.

22) Revue Photographique. 1863. S. 39, aus American Journal of Photogr.

23) D. i. ein solches, bei dem die Helligkeit mittelst des Auges abgeschätzt wird. Beim Bunsen'schen z. B. wird ein Papierschirm mit einem Fettfleck zwischen die zu vergleichenden Lichtquellen geschoben, bis der Fleck von beiden Seiten gleichviel Licht erhält und deshalb unsichtbar wird oder gleich hell erscheint.

24) Phot. Mittheil. 1870. Bd. 7. S. 217.

strahlung erfährt, als Mass der chemischen Lichtwirksamkeit angewendet. Sein Verfahren war aber ungenau, weil er während des Versuches den Druck nicht constant erhielt, auch die absorbirende Flüssigkeit vor dem Beginn der Messung nicht mit dem Gasgemenge von constantem Mengungsverhältniss gesättigt hatte; aus beiden Gründen musste die Menge des verschluckten Gases, abgesehen von der durch Salzsäurebildung bedingten Absorption, Schwankungen erleiden, die Volumveränderung des freien Gases durfte also als ein genaues Mass der chemischen Lichtwirkung nicht betrachtet werden[25]).

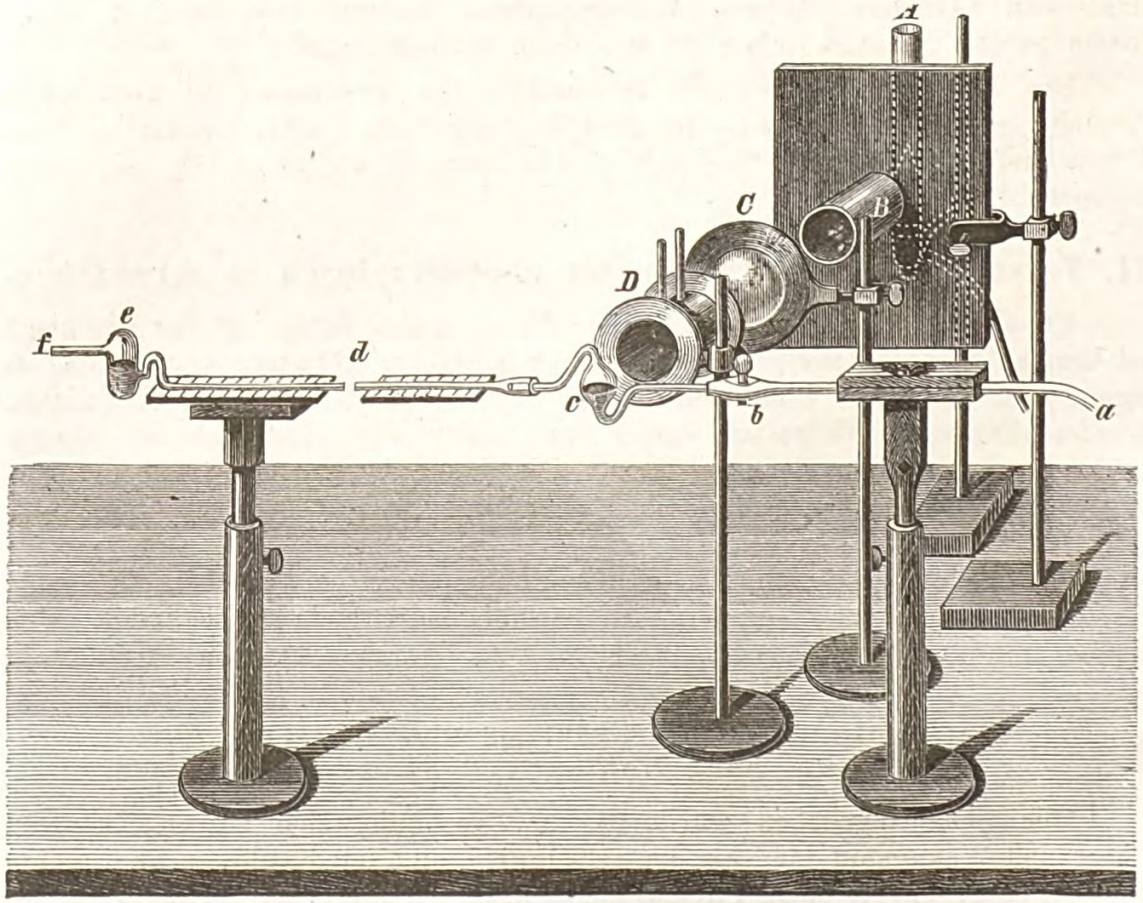


Fig. 37. Bunsen und Roscoë's Chlorknallgas-Photometer.

Bunsen und Roscoë erkannten, dass das Draper'sche Tithonometer in der ursprünglichen Form kein wirkliches Messinstrument sei, dass es aber sehr verbesserungsfähig sei. Sie suchten ein Gasgemenge von gleichem Volumen Chlor und Wasserstoff und von constanter Zusammensetzung zu erhalten und erreichten dies durch Electrolyse von verdünnter Salzsäure. Nach tagelangem Durchströmen fanden sie, dass die Sperrflüssigkeit ganz mit dem Gasgemisch gesättigt ist. Nun konnten sie durch einen Hahn den ferneren Zufluss absperren und aus der Volumverminderung des bestrahlten Gasgemenges die chemische Lichtintensität bestimmen. Die Angaben des Instrumentes blieben bei atmosphärischen Temperaturen zwischen 18° und 26° innerhalb der Grenzen möglicher Beobachtungszahlen constant.

Das Wesentliche der Einrichtung des Bunsen-Roscoë'schen Apparates wird durch Fig. 37 verdeutlicht[26]). Die Einwirkung des Lichtes auf die Mischung

25) Philos. Magaz. 1843. Bd. 23, S. 401.
26) Buff's Physikalische Chemie. 1863. S. 424.

von Chlorgas und Wasserstoffgas findet in dem Glasgefässe *c* (dem Insolationsgefässe) statt, welches etwa 2 bis 3 Cubiccentimeter Wasser enthält und, soweit das Wasser in ihm reicht, von Aussen geschwärzt wird. Das Insolationsgefäss steht nach der einen Seite mit einem horizontalen Scalenrohr *d* und einem Gefässe *e*, worin sich Wasser zum Zweck der Absperrung des Scalenrohrs befindet, in Verbindung, andererseits mit einem Apparat, welcher jene Gasmischung rein entwickelt (durch Electrolyse angemessen concentrirter Salzsäure mit den nöthigen Vorsichtsmassregeln; alle Zusammenfügungen der verschiedenen Theile des Apparats mittelst Kautschouk oder anderen Materialien, welche auf die Zusammensetzung der Gasmischung einen ändernden Einfluss ausüben könnten, müssen ausgeschlossen sein). Wenn diese Gasmischung, bei *a* ein- und bei *f* austretend, sehr lange Zeit durch den Apparat geleitet wurde, so dass alle im Apparat enthaltene Luft vollständig ausgetrieben ist, wird der Glashahn *b* geschlossen; die Flüssigkeit im Insolationsgefässe *c* und die Sperrflüssigkeit in *e* sind dann mit der Gasmischung gesättigt und üben auf die in *c* befindliche Gasmischung keinen absorbirenden noch einen die Zusammensetzung derselben ändernden Einfluss aus. Fällt nun Licht auf das Insolationsgefäss *c*, so wird nach Massgabe der chemischen Wirksamkeit des auffallenden Lichtes Chlorwasserstoff gebildet, welches von der Flüssigkeit in *c* sogleich absorbirt wird, was an dem Vorrücken der Sperrflüssigkeit in der Scalenröhre *d* (von *e* nach *c* hin) gemessen wird; das Raumverhältniss eines Scalentheils der Röhre *d* zu dem von der Gasmischung erfüllten Raume ist bekannt. Da der Apparat auch als empfindliches Luftthermometer wirkt, ist jede Erwärmung des Gefässes *c*, namentlich auch von Seiten der Lichtquelle, zu vermeiden; das z. B. von der Flamme einer constant brennenden Gaslampe *A*, die hinter einem Schirme steht, durch die in diesen Schirm eingesetzte Röhre *B* kommende Licht geht deshalb, nachdem es durch die Convexlinse *C* gegangen, durch den mit Wasser gefüllten, mittelst Glasplatten geschlossenen Cylinder *D*, damit hier die von der Lichtquelle ausgehende strahlende Wärme absorbirt werde. Uebrigens war bei den Messungen Bunsen und Roscoë's das Insolationsgefäss *c* gegen die Lichtquelle hin noch durch einen blanken doppelten Metallschirm, welcher dem Licht durch zwei farblose Glimmerblättchen Zutritt zu *c* gestattete, und gegen alle anderen Seiten hin ebenfalls durch Umgeben mit nach Aussen blankem Metall vor der Einwirkung von Aussen kommender Wärme geschützt.

Mittelst eines solchen Apparates lassen sich genaue photochemische Messungen vornehmen, doch nur, wenn die Mischung aus gleichen Volumen Chlor- und Wasserstoffgas ganz rein in ihm enthalten und jede Spur eines fremden Gases aus ihm weggeschafft ist. Als Lichtquelle, deren chemische Wirkung untersucht wurde, wendeten Bunsen und Roscoë zunächst das Licht an, welches von dem leuchtendsten Flammenmantel einer stets auf gleicher Höhe erhaltenen Leuchtgasflamme durch eine constante Oeffnung eines Schirmes hindurchging. Es geht unter dem Einflusse solchen Lichtes die Bildung von Chlorwasserstoff und die mit der Absorption des letzteren verbundene Volumverminderung zuerst nur langsam vor sich; die Wirkung steigert sich allmählig und wird später constant, sofern dann die weitere Chlorwasserstoffbildung der Zeit der Lichteinwirkung proportional ist (die alsdann vom Apparat gelieferten Angaben sind allein als Maass der chemischen Wirkungen brauchbar). Diese allmählige Verringerung des ursprünglichen Widerstandes der beiden Gase gegen ihre Vereinigung ist als photo-

chemische Induction bezeichnet worden (s. S. 16 und 68). Wird später, nach constant gewordener Wirkung, die Einwirkung des Lichtes plötzlich unterbrochen, so findet noch während kurzer Zeit eine Volumverminderung des im Insolationsgefässe enthaltenen Gases statt, welche indessen nicht auf einer Fortdauer der Vereinigung von Chlor mit Wasserstoff, sondern auf der Abkühlung beruht, welche nach dem Aufhören dieser, von Wärmeentwickelung begleiteten, Vereinigung eintreten muss. Es wurde aber auch nachgewiesen, dass die Wärmeentwickelung, welche diese Vereinigung begleitet, keinen bemerkbaren Einfluss auf die Verbindungsfähigkeit des Chlors und des Wasserstoffs ausübt, und mithin auch keinen auf die Vergleichbarkeit der durch den hier beschriebenen Apparat gelieferten Angaben, wenn sich einige Zeit nach Beginn der Wirkung die Wärmeentwickelung im Innern des Insolationsgefässes und die Wärmeabgabe nach Aussen in's Gleichgewicht gesetzt haben.

Das Chlorknallgas-Photometer wurde von Bunsen und Roscoë später selbst aufgegeben, weil seine Anwendung sehr viele Vorsicht und Genauigkeit erfordert.

Da das von Draper, Bunsen und Roscoë angewendete Gasgemisch unter dem Einflusse von grellem Lichte sich nicht mehr ruhig, sondern unter starker Explosion und Zertrümmerung des Gefässes zersetzt, so ersetzte Burnett 1860 das Chlorgas-Wasserstoffgemisch durch ein Gemisch von Kohlenoxyd und Chlorgas, welches sich im Lichte ebenfalls rasch, aber ohne die Gefahr einer Explosion vereinigte[27]), welche letztere Beobachtung schon Davy 1812 gemacht hatte (s. S. 17). Auch dieses Photometer kam nicht weiter zur Verwendung.

Dufour's Actinometer ist eine Modification des Chlorknallgas-Photometers. Es beruht im Wesentlichen darauf, dass man die Wirkung des Lichtes auf ein Gemisch von Wasserstoff und Chlor durch die zersetzende Wirkung eines electrischen Stromes auf Salzsäure balancirt und die Stärke des Stromes misst, die der Intensität des Lichtes direct proportional sein muss[28]). Das Instrument gleicht einem Rumford'schen Thermoskop; eine Glaskugel enthält zwei Electroden aus Retortenkohle, oberhalb deren sich eine gewisse Quantität Salzsäure befindet und woraus das lichtempfindliche Gemisch von Chlor- und Wasserstoff entwickelt wird.

IV. Photometer mit Chlorwasser oder Jodwasserstoffsäure.

Chlorwasser zersetzt sich im Lichte unter Bildung von Salzsäure und Freiwerden von Sauerstoff, wie Berthollet 1785 entdeckte[29]). Je länger oder intensiver das Licht wirkt, desto mehr schwindet das freie Chlor in der Lösung und desto mehr Gas entwickelt sich. Diesen regelmässigen Zusammenhang beobachtete Saussure 1790 und schlug vor, auf die Reaction ein chemisches Photometer zu construiren[29]), welche Idee dadurch zuerst ausgesprochen wurde.

Die Zersetzung im Tageslichte (Lampenlicht bewirkt keine Zersetzung) wollte Wittwer zur Messung der chemischen Wirksamkeit des Lichtes

27) Philosoph. Magaz. Nov. 1860. Fortschr. der Phys. 1860. S. 267. The Phot. Journ. 1860. S. 44.

28) La monde de la science. 1881. Bd. 4, S. 34. Beibl. Annal. Phys. Chem. 1881. S. 522. Phot. News. 1881. S. 158. Phot. Wochenbl. 1881. S. 153.

29) Eder, Geschichte der Photochemie. Phot. Corresp. 1881. S. 119.

benutzen. Er benutzte Chlorwasser, welches 0,1 bis 0,4 Procent Chlor enthielt und setzte es in Glasfläschchen von 1 Zoll Durchmesser dem Lichte aus. Die Menge des im Lichte nicht umgesetzten Chlors wurde durch Titriren einer mit Indigoblau gefärbten arsenigen Säure bestimmt. Die Intensität des Lichtes gibt die Gleichung $J = \frac{\lg S - \lg s}{t \cdot \lg e}$, wo S die Stärke des Chlorwassers im Anfange, s die Stärke nach der Wirkungszeit t und als Einheit 1 $^0/_{00}$ Chlor im Wasser angenommen ist[30]).

Diese Methode der Photometrie ist nach den Angaben von Bunsen und Roscoë[31]) nicht zulässig, denn sie schliesse grosse Fehlerquellen in sich. Es sei nämlich die bei gleicher Beleuchtung gebildete Salzsäure der Stärke des Chlorwassers nicht proportional, ferner verändere die Gegenwart von entstandener Salzsäure im Chlorwasser die Einwirkung des Lichtes und setze einer ferneren Zersetzung des letzteren durch das Licht Grenzen. Es üben also die bei der photochemischen Zersetzung gebildeten Producte eine Rückwirkung auf die Grösse der ursprünglichen Verwandtschaft des Chlors aus, und ferner sei die wasserzersetzende Wirkung des Chlors weder der Dauer noch der Intensität der Beleuchtung, noch der Stärke des Chlorwassers proportional. Bunsen und Roscoë gelangten zu dem Schlusse, dass es ein vergebliches Unternehmen sein werde, das Gesetz der chemischen Wirkung des Lichtes aus der Insolation des Chlorwassers ableiten zu wollen.

Wittwer hat diese Kritik nicht ohne Antwort gelassen und bemerkt, dass die Gegenwart kleiner Mengen von Salzsäure die fernere Zersetzung des Wassers durch Chlor nicht hindere. Die Versuche von Bunsen und Roscoë, welche den Satz Wittwer's widerlegen sollten, dass bei gleicher Belichtung die gebildete Salzsäure der Stärke des Chlorwassers proportional sei, liegen, wie Wittwer nachweist, grossentheils ausserhalb der Grenze des Chlorgehaltes (1 $^0/_{00}$ des Wassers), welche er als anwendbar bezeichnet hatte, die übrigen Versuche bestätigen aber die von ihm gezogenen Schlüsse, wenigstens innerhalb der von ihm selbst gezogenen Fehlergrenzen, so dass die Anwendbarkeit des Chlorwassers zur Intensitätsbestimmung des Lichtes wohl anwendbar erscheint[32]).

Im Jahre 1865 machte Wittwer[33]) die Einwirkung des Lichtes auf Chlorwasser zum Gegenstande neuer Mittheilungen. Er stellte sich zunächst die Frage zur Beantwortung, ob die Rückwirkung der während der Insolation des Chlorwassers gebildeten Salzsäure auf die weitere Chlorwasserzersetzung wirklich so bedeutend sei und so gänzlich unbestimmbaren Gesetzen gehorche, wie Bunsen behauptete, oder ob dieses nicht der Fall sei. Er setzte zu diesem Zwecke drei Glasröhren, die mit demselben Chlorwasser gefüllt waren, der Bestrahlung durch das Sonnenlicht aus; die eine ununterbrochen zwei Stunden lang, die andere je eine Stunde lang, so dass die Bestrahlung der einen begann, wenn die der anderen aufhörte. Er berechnete dann nach seiner Methode die Insolation für die ganze Zeitdauer aus den Aenderungen, die mit dem Chlorwasser vor sich gegangen waren, das die ganze Zeit hindurch im Lichte lag und ferner nahm er die Summe der Insolationen, die sich nach den Aenderungen berechneten, welche das Chlorwasser in den

30) Poggend. Annalen. Bd. 94, S. 597. Fortschr. d. Phys. 1855. S. 341.
31) Poggend. Annalen. Bd. 96, S. 373. Fortschr. d. Phys. 1855. S. 349.
32) Poggend. Annalen. 1855. Bd. 97, S. 304.
33) Ann. Chem. Pharm. Suppl. Bd. 4, S. 63. Jahrb. d. Chem. 1865. S. 94.

zwei, kürzere Zeit exponirten Röhren erlitt. Die Insolation, welche auf diese beiden Arten gefunden wurde, wich um 3,78 % von dem Mittelwerthe der beiden Resultate ab. Dabei sind nur solche Versuche benutzt, bei denen die Bedingungen erfüllt sind, welche Wittwer als erforderlich für die Zulässigkeit seiner Methode angibt. Er spricht aus, die Grundlage der Aenderung, welche das Chlorwasser im Lichte erleidet, sei diese, dass die Menge des verschwindenden Chlors dem Producte aus der Stärke des Chlorwassers in die Stärke des Lichtes proportional sei, dass aber noch Nebenwirkungen eintreten, von denen eine die Absorption des Lichtes in die einzelnen Schichten des Chlorwassers sei. Die genaue Theorie des Vorganges bietet Schwierigkeiten und es scheint Wittwer daher am zweckmässigsten für die Correction, welche durch die Dicke der Chlorwasserschichten u. s. w. nöthig wird, die empirische Formel

$$i = 1000 \left(\frac{d}{8}\right)^{3/4} \log \frac{S}{s} \cdot e^{0{,}1061\,(S+s)}$$

zu benutzen, in welcher d den Röhrendurchmesser in Pariser Linien, S und s die Stärke des Chlorwassers vor und nach der Insolation und e die Basis der natürlichen Logarithmen bedeutet. Die Summe der hiernach für hinreichend kurze Zeitabschnitte berechneten Insolationen ergibt dann die Insolation während einer längeren Zeit. Wittwer glaubt, aus der durch Insolation bewirkten Chlorwasserzersetzung müssten sich die Wärmeäquivalente des Lichtes berechnen lassen. Nach Favre und Silbermann entwickelt 1 g Wasserstoff bei seiner Verbindung mit Sauerstoff 34462 Wärmeeinheiten, bei seiner Verbindung mit Chlor 23783. Gehen in Folge der Lichtwirkung 1 g Wasserstoff von dem Sauerstoff des Wassers zum Chlor über, so müsste die dabei thätig gewesene Lichtmenge ein Aequivalent für (34462 — 23783) = 10679 Wärmeeinheiten sein. In einer Note bemerkt Wittwer noch, dass, wenn mit Hülfe des Lichtes in den Pflanzen Kohlenstoff reducirt wird, das Licht das Aequivalent für so viele Wärmeeinheiten sein müsse, als die entstandenen organischen Verbindungen bei dem Verbrennen entwickeln.

Leeds machte 1879 die erste Mittheilung, dass er die Jodausscheidung, welche eine angesäuerte Lösung eines Jodides im Lichte erleidet, zu einer photometrischen Methode benutzen wolle[34]). Er setzte der Jodidlösung Stärke zu, welche durch das freiwerdende Jod gebläut wurde; das Jod wurde dann mit Hyposulfit titrimetrisch bestimmt. Später bemerkte Leeds[35]), dass die Anwesenheit von Stärke die photochemische Zersetzung der Jodidlösung verzögert.

Eine bedeutende Beschleunigung und Vermehrung der Zersetzung der Jodide wurde andererseits herbeigeführt, wenn durch die Lösung Sauerstoff geleitet wurde, ein Vergleich mit Lösungen, zu denen der Sauerstoff nur an der Oberfläche Zutritt hatte. Da nun die Lösungen in verschiedenen Verhältnissen Sauerstoff aufgelöst enthalten, muss dieser Factor bei Jodsäure-Actinometern noch näher untersucht werden.

Um das Verhältniss der Zersetzung ein und derselben Jodverbindung durch verschiedene Säuren und verschiedene Jodide durch eine Säure fest-

34) Phot. News. 1879. S. 228.
35) Philosoph. Magaz. 1880. (5.) Bd. 10, S. 89. Chemic. News. Bd. 42, S. 147. Beibl. Annal. Phys. Chem. 1880. S. 730.

zustellen, wurden von Leeds Messungen ausgeführt mit Schwefelsäure und Salzsäure, und mit Jodcadmium, Jodkalium und Jodlithium.

Die Lösungen der verschiedenen Jodide wurden mit verschiedenen Säuren versetzt, dieselben dem Einfluss verschiedener Lichtquellen ausgesetzt und die Menge des frei gemachten Jodes bestimmt. (1 ccm der Lösung der Säuren entsprach stets 12,6 ccm einer normalen Natronlösung; die Jodidlösungen waren genau äquivalent einer 20 % Lösung von Jodkalium, und es wurden stets gleiche Volumina von Jodid und Säuren gemischt.) Zunächst ergab sich, dass ein Zusatz von Stärke die Menge des beim Bestrahlen frei werdenden Jod wesentlich vermindert. Die folgende Tabelle gibt einige Resultate, welche an einem schönen Tage in verschiedenen Zeiten (von je $^1/_2$ Stunde zu $^1/_2$ Stunde) erhalten wurden. Die Zahlen bedeuten die in $^1/_2$ Stunde ausgeschiedenen Jodmengen.

Zeit-Angabe	$9^1/_2$-10	10-$10^1/_2$	$10^1/_2$-11	11-$11^1/_2$	$11^1/_2$-12	12-$12^1/_2$	$12^1/_2$-1	1-$1^1/_2$	Mittel
$H_2SO_4 + KJ$.	1,55	1,81	2,1	2,06	1,87	1,7	1,6	0,75	1,69
$HCl + KJ$ . .	2,4	2,6	2,75	2,66	2,39	2,15	2,05	2,0	2,5
$H_2SO_4 + CdJ_2$	1,5	1,62	1,81	1,81	1,56	1,29	1,19	1,18	1,49
$HCl + CdJ_2$.	2,4	2,35	2,63	2,68	2,09	1,79	1,79	1,75	2,18
$H_2SO_4 + LiJ$.	1,18	1,28	1,41	1,35	1,13	0,96	0,93	0,93	1,15
$HCl + LiJ$ . .	1,83	1,9	2,03	2,0	1,56	1,25	1,58	1,4	1,69

Die Wirkung von $H_2SO_4 : HCl$ verhält sich demnach im Mittel wie 1 : 1,47. Die von zwei Säuren aus verschiedenen Salzen frei gemachten Jodmengen stehen demnach in einem constanten Verhältniss. Für verschiedene Jodide und eine Säure ergab sich dagegen kein constantes Verhältniss.

Organische Säuren machen weit kleinere Jodmengen frei, Essigsäure so gut wie gar keines. Am wirksamsten erwies sich noch die Oxalsäure, obwohl auch sie verhältnissmässig schwach wirkte; fast unmerklich war die Einwirkung der Weinsäure innerhalb 3 Stunden und mit Essigsäure trat fast gar keine Aenderung der Lösung ein.

Weiter verglich Leeds die Wirkungen von Sonnen-, electrischem und Magnesiumlicht und fand folgende relative Werthe:

	Sonnenlicht.	Electrisches Licht.	Magnesiumlicht.
$H_2SO_4 + KJ$ . .	2,70	10,0	0,084
$HCl + KJ$ . . .	4,00	24,0	0,87
$H_2SO_4 + CdJ_2$.	2,04	9,5	0,072
$HCl + CdJ_2$ . .	3,00	24,0	0,6
$H_2SO_4 + LiJ$.	1,44	5,0	0
$HCl + LiJ$ . .	2,40	15,0	0,3

Der Einfluss verschieden farbiger Gläser auf das durchfallende Licht wird durch folgende Tabelle illustrirt:

		Sonnenlicht.	Electrisches Licht.
Blaues Glas	$H_2SO_4 + KJ$ . . .	0,74	1,80
	$HCl + KJ$	1,12	6,75
Gelbes „	$H_2SO_4 + KJ$ . . .	0,11	0,00
	$HCl + KJ$	2,25	0,125
Rothes „	$H_2SO_4 + KJ$ . . .	0,28	0,60
	$HCl + KJ$	0,56	2,25.

Smith empfahl[36]) zum Messen des Actinismus des Sonnen- und Tageslichtes eine 1 bis 2procentige Jodkaliumlösung, welche mit etwas verdünnter Salpetersäure (von einem Säuregehalt, welcher 1 Procent SO_3 entsprach) versetzt war[37]). Diese Lösung scheidet im Lichte Jod aus, welches leicht quantitativ durch Titriren mit Hyposulfit bestimmt werden kann. Es schied sich z. B. im März in der Sonne aus 15 ccm in $2^1/_2$ Stunden 0,0008 g Jod aus, bei schlechtem, nassen Wetter nur eine Spur bis 0,00006 g, jedoch wurde auch die Lösung im Finstern allmählig zersetzt und zwar ungefähr 100 mal langsamer, was Smith vernachlässigt. Durch Ansäuren mit Schwefelsäure werden Lösungen erhalten, welche im Finstern beständiger sind. Durch Vermehrung des Säurezusatzes wird die Zersetzung im Lichte (aber auch die im Dunkeln) beschleunigt. Wärme unterstützt die Lichtwirkung; sie übt weniger Einfluss, wenn die Lösung verdünnt ist.

V. Photometer mit oxalsauren Eisenoxyd- oder Uranoxydsalzen oder analogen Gemischen.

Vielfach sind Photometer auf die Erscheinung gegründet worden, dass oxalsaures Eisenoxyd, oder oxalsaures Uranoxyd, oder Gemische von Eisenchlorid oder salpetersaurem Uranoxyd mit Oxalsäure im Lichte Oxydulsalz bilden, indem zugleich die Oxalsäure oxydirt und Kohlensäure gasförmig ausgeschieden wird. Man misst nun entweder das entweichende Gas (Burnett 1858, Niepce 1859, Woods 1860, Marchand 1873, Monckhoven 1879), oder bestimmt das entstandene Oxydulsalz auf analytischem Wege (J. C. Draper 1857), oder ermittelt den Gewichtsverlust, der durch die entweichende Kohlensäure bedingt ist (H. W. Draper, Burnett). Leider wurde fast überall vernachlässigt, dass mit der Erschöpfung der Lösung im Lichte die Gasentwickelung geringer wird, dass Wärme die Gasentwickelung beschleunigt und dass die Flüssigkeit von beiden Factoren abhängende variable Mengen von Kohlensäure absorbirt.

A. Methoden, bei welchen das entweichende Kohlensäuregas gemessen wird.

Am häufigsten suchte man das aus lichtempfindlichen Lösungen entweichende Gas zu messen, weil dieser Vorgang der leichteste und am raschesten zum Ziele führende ist und ausserdem gestattet, die in einer bestimmten Zeit ausgeübte Lichtwirkung jeden Augenblick ablesen zu können.

36) Phot. News. 1880. S. 293. Chemic. News. Bd. 41, S. 211, aus den Berichten der Royal Society (s. Nature).

37) Z. B.: 50 ccm Jodillösung + 0,8 ccm Salpetersäure.

Niepce de St.-Victor empfahl 1859[38]) ein Gemisch von Urannitrat und Oxalsäure in einer mit Steigerohr versehenen Flasche dem Lichte zu exponiren und die in Folge der Lichtwirkung entweichende Kohlensäure in dem Steigerohre zu messen (Fig. 39).

Ganz desselben Apparates bediente sich Monckhoven 1879[39]). Er nahm eine Flasche, welche etwa 250 cc fasste, füllte sie mit Lösung von oxalsaurem Uranoxydammoniak[40]) ganz voll an und verschloss den Hals mittelst eines Kautschukpfropfens, der eine Glasröhre von 30 cm Länge trug; der Durchmesser des Rohres *B* betrug nur 1 mm, wenn das Photometer im Atelier (bei Negativaufnahmen) verwendet werden sollte, jedoch 4 mm, wenn es zum Pigmentverfahren dienen sollte. Durch die im Innern des Gefässes erfolgende Gasentwickelung wird die Flüssigkeit in weniger als einer Minute merklich im Rohre in die Höhe getrieben. — Auch 1 g Magnesiumdraht bewirkt nach H. W. Vogel[41]) schon das Steigen der Flüssigkeitssäule um einige Millimeter.

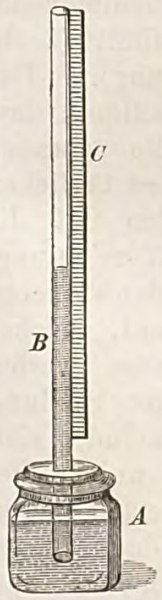


Fig. 39. Niepce's Photometer.

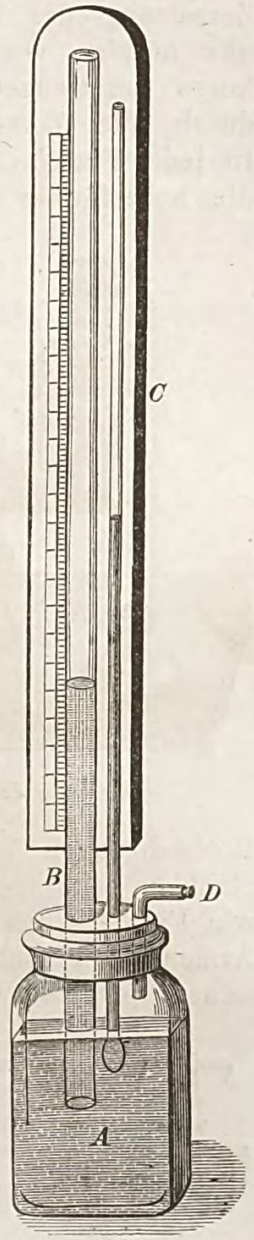


Fig. 40. Woods' Photometer.

Woods richtete 1860 ein ganz ähnliches Photometer ein[42]), nur mit dem Unterschiede, dass statt der Uranlösung, die schon von Draper benutzte Lösung von Ferridoxalat angewendet und dem viereckigen Entwickelungsfläschchen *A* ausser der Steigeröhre *B* ein Thermometer und ein beliebig zu öffnendes Austrittsrohr *D* für das entbundene Gas beigegeben ward (Fig. 40). Die lichtempfindliche Flüssigkeit stellte er durch Oxydiren von 1043 Theilen Eisenvitriol mit Salpetersäure (140 Theile) und Schwefelsäure (180 Theile), Fällen von Eisenoxyd mit Ammoniak und Lösen des gewaschenen Niederschlages in 720 Theilen Oxalsäure und 9600 Theilen Wasser her. Dies gab eine Lösung von oxalsaurem Eisenoxyd von ungefähr 7 Procent. Durch 15 Minuten langes Aussetzen an's Licht oder Zusatz von ein wenig Kaliumcarbonat sättigte er die Flüssigkeit mit Kohlensäure. Bei genauen Versuchen bedeckte er das Instrument und liess nur 1 bis 2 Quadratzoll der Flasche frei. Woods machte auf den grossen Einfluss der Temperatur aufmerksam, gab aber keine Correctionstabellen hierfür an; deshalb, sowie wegen mangelnder Concentrations-Correction sind alle drei genannten Apparate ungenau.

38) Cosmos. 1859. Bd. 2, S. 341.
39) Phot. Corresp. 1879. S. 176. Phot. Mitth. Bd. 16, S. 129.
40) Die Flüssigkeit wird in folgender Weise hergestellt: 50 g kohlensaures Uranoxydammoniak werden in 30 g Oxalsäure und 200 cc Wasser gelöst, filtrirt und in der Flasche mit Wasser auf 250 cc verdünnt.
41) Phot. Mitth. Bd. 16, S. 163.
42) Kreutzer, Zeitschr. 1860. Bd. 1, S. 58, aus Journ. Phot. Soc. London. Bd. 6, S. 135.

Das Lipowitz'sche Actinometer wurde im Anschluss an Woods' Apparat construirt[43]). Es zeigt (Fig. 41) zwei Flaschen, *aa'*; in der mit *a'* bezeichneten befindet sich eine Lösung von saurem oxalsauren Eisenoxyd in Wasser von 1,08 bis 1,1 specifischem Gewicht. Zwischen diesen Grenzen der Concentration beobachtete Lipowitz keine wesentlich geringe oder grössere Zersetzung der Lösung in einem Lichte von gleicher Intensität. Es ist nur nöthig, vor Beginn der Beobachtung diese Flasche dem Lichte so lange auszusetzen, bis die in derselben enthaltene Flüssigkeit mit der durch die Zersetzung derselben entstehende Kohlensäure gesättigt ist. In jeder Flasche befindet sich seitwärts am Boden eine Oeffnung, in welcher die heberförmig gebogenen, an beiden Enden offenen Glasröhren *bb'* mit einem Kork eingepasst sind. Die kürzeren Schenkel dieser Röhren stehen frei über je einen in $^1/_{11}$ ccm eingetheilten Cylinder *d*. Beide Flaschen sind auf einem Brettchen *e* in Messinghaltern *ff* festgestellt, so dass sie, wenn das Brettchen mittelst der Schraube auf dem Messingfuss *g* nach der einen Seite geneigt ist, nicht herabfallen. — Die zweite Flasche ist mit einer vom Lichte nicht zersetzbaren Flüssigkeit von gleicher Farbenintensität und Durchscheinenheit gefüllt (z. B. irgend eine Eisenoxydlösung). Der Apparat erhält stets die Stellung, dass die Lichtstrahlen auf die geraden Flächen der Flaschen bei den täglichen Beobachtungen unter dem Winkel auffallen, welchen für jeden Ort die Strahlen beim niedrigsten Stande der Sonne haben. Durch eine Vorrichtung, wie Fig. 42 uns zeigt, wird dies leicht erreicht. Zwischen den inneren Armen der Flaschenhalter *ff* ist horizontal ein Faden *h* eingespannt, welcher seinen Schatten auf den markirten Strich der kleinen Rückwand werfen muss, wenn der Apparat in der verlangten Stellung sich befinden soll. Auf jeder Flasche befindet sich eine kleine weiss beklebte Papphaube, welche bei Beobachtungen in der Sonne etwa den vierten oberen Theil vor zu starker Erwärmung und dadurch erfolgender Ausdehnung der Luft zu schützen hat. Beim Gebrauche wird in den Cylinder links nur so viel von der neutralen Flüssigkeit der Flasche *a* abtropfen, als sich der Inhalt derselben durch etwaige starke Erwärmung ausgedehnt hat. Dieses Quantum ist stets von dem aus der Flasche *a'* Geflossenen abzuziehen. Die Differenz der Inhalte beider Cylinder gibt somit den eigentlichen Lichteffect an.

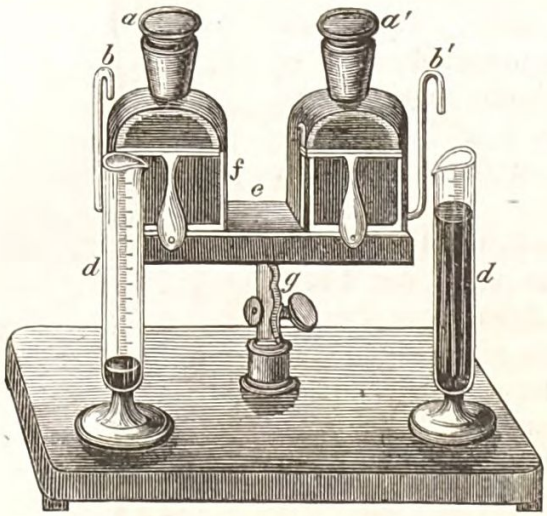


Fig. 41. Lipowitz's Actinometer.

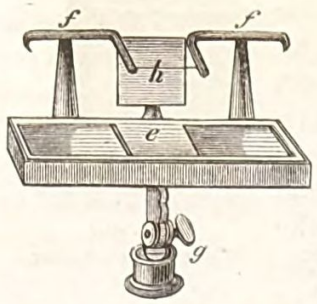


Fig. 42.
Lipowitz's Actinometer.

Burnett hatte ein ähnliches Photometer, wie Woods construirt. Er machte gegenüber Woods sein Recht der Priorität geltend, indem er schon in der Liverpooler photographischen Zeitschrift vom 15. December 1858 den Abriss seines Photometers gegeben hatte, wo der Grund-

43) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 188.

satz der Messung des im Lichte aus oxalsauren Eisenoxyd- oder Uranoxydsalzen Kohlensäuregases angeführt ist. Er zog aber vor, nicht die empfindliche Flüssigkeit selbst zum Anzeigen zu verwenden, sondern durch das entweichende Gas einer Oel- oder Quecksilbersäule in einem getrennten Gefässe zu heben. Der Apparat kann die Form wie Fig. 43 haben, wo das aus *A* entweichende Gas die Flüssigkeitssäule bei *D* senkrecht hebt, oder die Form wie Fig. 44, wo die Anzeigeröhre horizontal liegt, um den Druck der Flüssigkeit zu beseitigen, oder die Form wie Fig. 45. Auch das Ersetzen der Anzeigeflüssigkeit durch einen leichten Stempel, welcher etwas Oel über sich hat und sich in einer Röhre bewegt, fasste Burnett in's Auge.

Carey Lea füllte das Photometer mit gelöstem oxalsaurem Eisenoxydammoniak (Annuaire Photogr. 1868. S. 99); welches Salz sich aber nicht so regelmässig als die vorigen zersetzt.

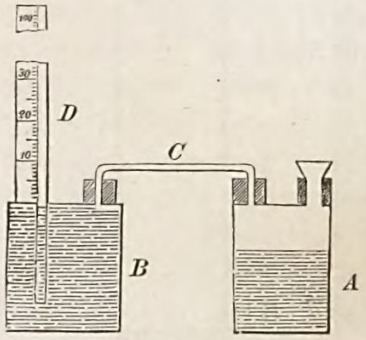


Fig. 43.
Burnett's Photometer.

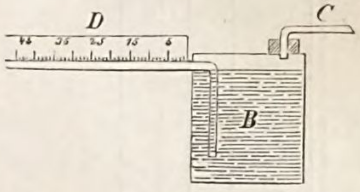


Fig. 44.
Burnett's Photometer.

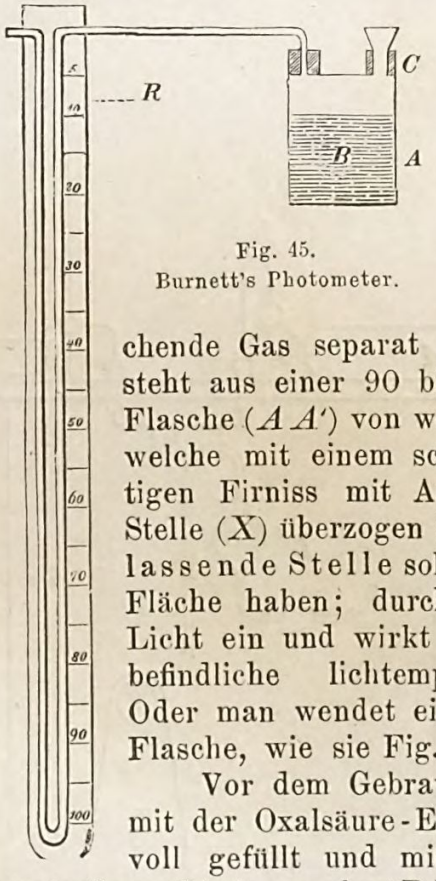


Fig. 45.
Burnett's Photometer.

Am vollkommensten in dieser Richtung ist Marchand's Photometer oder, wie er es nennt, „Photanitypimeter".

Bei dem „Photanitypimeter" wird ebenfalls das entweichende Gas separat gemessen[44]). Es besteht aus einer 90 bis 100 ccm fassenden Flasche (*A A'*) von weissem Glase (Fig. 46), welche mit einem schwarzen undurchsichtigen Firniss mit Ausnahme der runden Stelle (*X*) überzogen ist. Die freie durchlassende Stelle soll genau 5 oder 10 qcm Fläche haben; durch dieselbe dringt das Licht ein und wirkt auf die in der Flasche befindliche lichtempfindliche Mischung. Oder man wendet eine besonders geformte Flasche, wie sie Fig. *G* (*Z' g*) zeigt, an.

Vor dem Gebrauche wird die Flasche mit der Oxalsäure-Eisenchloridlösung ganz voll gefüllt und mit einem durchbohrten Pfropfen, der das geschwärzte Gasentbindungsrohr (*B B'*) trägt, geschlossen; das in der Flasche befindliche Ende des Rohres ist derartig gekrümmt, dass es bis an die Oberfläche der Flüssigkeit reicht und das Entweichen des Gases ermöglicht.

Unter dem Einflusse des Lichtes entwickelt sich Kohlensäure, welche sich unter der graduirten Glocke *E* sammelt, bei welcher syrupartiges Glycerin (von 28 bis 30 Grad B.) als Sperrflüssigkeit dient. Die pneumatische Wanne *t* verlängert sich nach unten in ein weites Rohr *C'*. Letz-

44) Marchand, Étude sur la force chimique continue dans la lumière du Soleil. Paris. 1875. Eine kurze Notiz erfolgte schon im November 1873 in den Annales de chim. et phys. Die für die Academie bestimmte ausführliche Abhandlung wurde Becquerel zur Berichterstattung zugewiesen, welcher aber die höchst interessante Arbeit fast zwei Jahre liegen liess, worauf sie Marchand separat veröffentlichte (s. die Vorrede zum erwähnten Werk).

teres dient dazu, um das in *E* gesammelte Gas durch Untertauchen und gleichzeitiges Oeffnen des Hahnes zu entfernen, die Messglocke wieder mit Glycerin zu füllen, worauf man den Hahn schliesst und selbe wieder an die alte Stelle bringt.

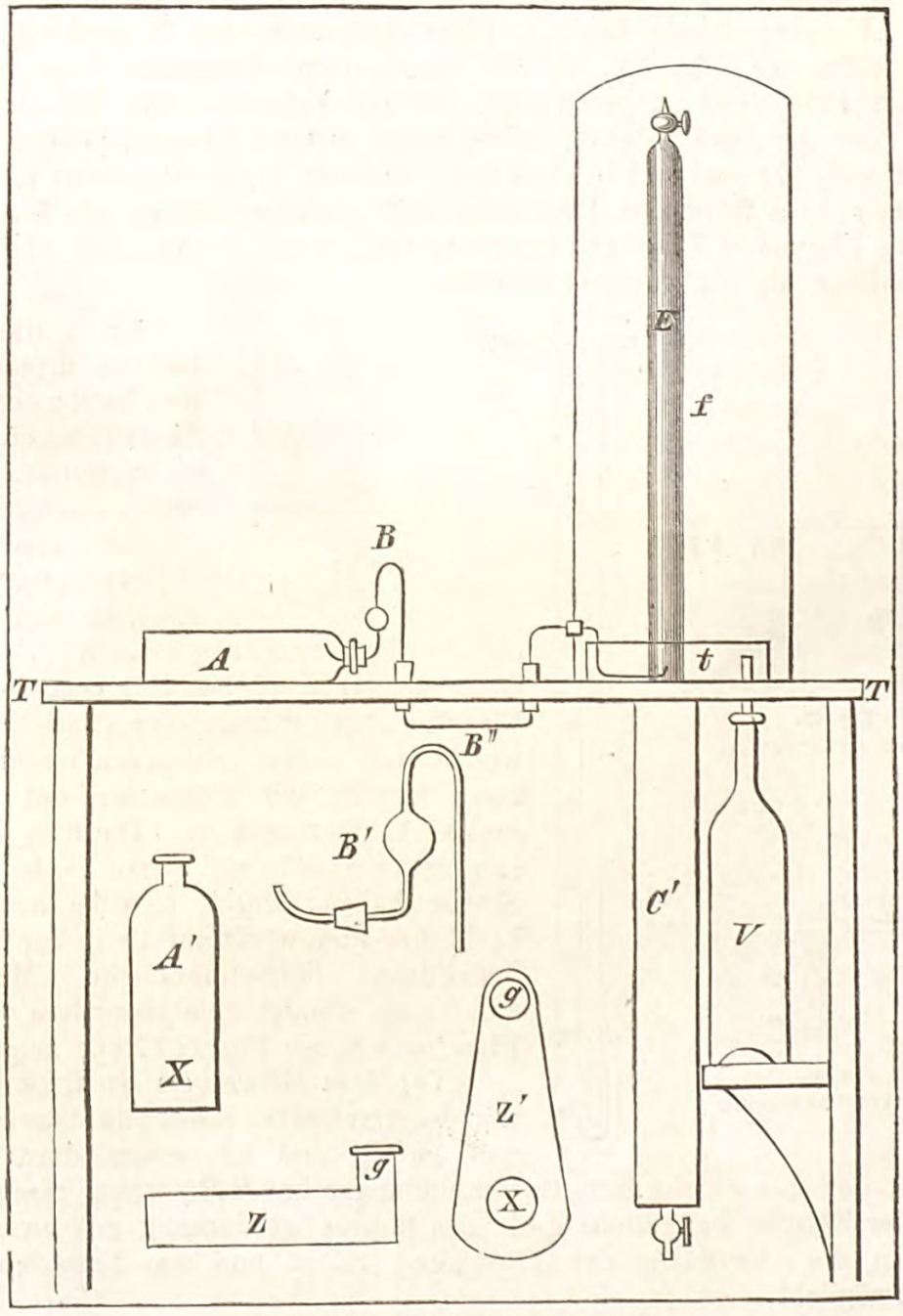


Fig. 46. Marchand's Photantitypimeter.

Die lichtempfindliche Lösung stellte Marchand durch Mischen von 10 ccm Eisenchloridlösung von 24° B. (d = 1,200), 10 ccm Oxalsäurelösung (20 g auf ein Liter Wasser gelöst) und so viel Wasser (oder an Stelle desselben schon einmal gebrauchte mehr oder weniger erschöpfte Photometerflüssigkeit) bis die Flasche voll ist. Jede der Lösungen wird zuvor mit Kohlensäure gesättigt. Dieses Verhältniss fand Marchand als das beste. Eine unverdünnte Mischung aus 1 Volumen der Eisenchlorid- mit 2 Volumen Oxalsäurelösung ohne Kohlensäure fand er anfangs wohl licht-

empfindlicher, aber die Empfindlichkeit nahm rasch ab und der Gang der Reaction war nicht regelmässig, bevor nicht $^2/_3$ des Eisenchlorids reducirt waren. Bei der normalen Lösung verläuft die Reaction regelmässig, wenn nicht mehr als 260 ccm Gas entwichen sind (die Flüssigkeit kann 340 ccm Gas entwickeln), dann nimmt die Zersetzung im Lichte stark ab und die

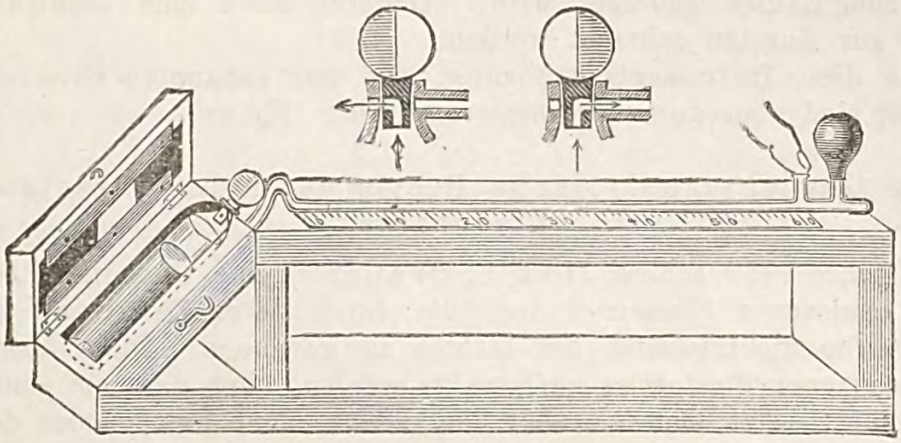


Fig. 47. Warnerke's Oxalat-Photometer.

Kohlensäure-Entwickelung ist nicht mehr proportional der Lichtwirkung. Die Flüssigkeit in und ausser der graduirten Röhre wird während der Operation immer im gleichen Niveau gehalten. Man kann in jedem Augenblick ablesen, man braucht nur die Temperatur und den Barometerstand zu berücksichtigen. — Ist die wirksame Flüssigkeit erschöpft, so ersetzt man 30 ccm der Flüssigkeit durch 10 ccm Eisenlösung und 20 ccm Oxalsäurelösung. Die völlige Erneuerung der Flüssigkeit ist nur 2 bis 3 mal jährlich nöthig. — Nothwendig ist es, die Flüssigkeit mit Kohlensäure gesättigt zu erhalten; Marchand verwendet deshalb Vorrathsflaschen mit Röhren und bewahrt sie unter Kohlensäure-Atmosphäre auf mit einigen Centimetern Glycerin Druck. — Man beachte, dass die Temperatur der Flüssigkeit in nicht bekannter Weise das Resultat beeinflusst.

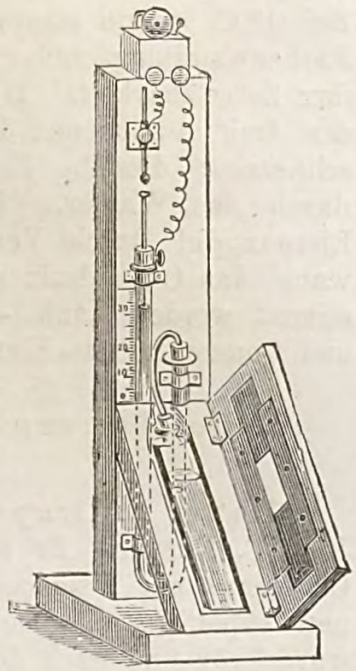


Fig. 48.
Warnerke's Alarmphotometer.

Für genaue Messungen des entweichenden Gases gab Warnerke folgenden Apparat[45]) an, welcher aus einer langen Flasche besteht. Sowohl Stöpsel als Hals sind durchbohrt, so dass das Gas bei der ersten Stellung (s. Fig. 47) an die Luft entweicht. Durch eine Drehung des Hahnes in die zweite Stellung kann man das Gas in die Messröhre leiten. Die enge Messröhre hat an dem einen Ende zwei Ansätze, wovon der eine mit einem Kautschukballon versehen, der andere offen ist. In die Röhre wird ein Tropfen Quecksilber gebracht und durch passendes Drücken des Ballons an Grad 0 der Röhre geschoben, welche Manipulation aus der Figur leicht ersichtlich ist.

Sinnreich ist Warnerke's Alarmphotometer construirt (Fig. 48). Es besteht aus der mit oxalsaurem Eisenoxyd gefüllten Flasche. Ein

45) Bull. Assoc. Belge Phot. Bd. 6, S. 403.

U-förmiges Glasrohr enthält Glycerin. Das eine Ende ist mit der Flasche verbunden, am anderen befindet sich ein Schwimmer mit einem feinen Platindraht. Das durch Lichtwirkung ausgetriebene Gas treibt die Flüssigkeit und damit den Schwimmer in die Höhe und berührt einen in bestimmter Höhe angebrachten Metallknopf, wodurch eine eingeschaltete electrische Glocke zum Läuten gebracht wird. Dadurch kann eine bestimmte Lichtwirkung zur Anzeige gebracht werden.

Alle diese Instrumente entbehren aus dem genannten Grunde der Genauigkeit, sind aber gewiss verbesserungsfähig (Eder).

B. Gewichtsanalytische Bestimmung des zersetzten Eisensalzes.

Im Jahre 1857 schlug John C. Draper[46]) eine wässerige Lösung von saurem oxalsauren Eisenoxyd vor, um durch deren Zersetzung im Lichte ein Mass für die Intensität des Lichtes zu gewinnen. Diese Lösung kann in vollkommener Finsterniss aufbewahrt werden, ohne dass sie eine Aenderung erleidet; setzt man sie aber dem Lichte einer Lampe oder des Tages aus, so erfolgt die Reduction. Der vorzugsweise wirksame Strahl ist der indigoblaue, welcher während seiner Wirkung absorbirt wird. Draper machte aufmerksam, dass man die Ausscheidung des citronengelben oxalsauren Eisenoxyduls am Lichte vermeiden müsse, damit das Glas nicht seine Durchsichtigkeit verliere und dass ferner die Flüssigkeit bei einer beständigen Temperatur erhalten werde, indem sich ihre Farbe in der Wärme ändert. Bei 0^0 C. ist sie smaragdgrün, bei 100^0 C. aber bräunlichgelb. Mit dieser Farbenwandlung ändert sich auch die Aufsaugung des Lichtes und daher ihre Zersetzbarkeit. Draper erkannte die Schwierigkeit, aus der Menge des frei gewordenen Kohlensäuregases die Grösse der Zersetzung zu erschliessen; dieselbe liegt hauptsächlich in der Absorption der Kohlensäure durch das Wasser. Er zog es deshalb vor, das entstandene oxalsaure Eisenoxydul durch Versetzen der Lösung mit Goldchlorid zu bestimmen, wobei das Oxydulsalz metallisches Gold ausscheidet, welches quantitativ bestimmt werden kann. — Die Methode wäre genau, falls die Temperatur- und Concentrations-Einflüsse bekannt wären.

C. Bestimmung des durch die Lichtwirkung erlittenen Gewichtsverlustes.

Harry N. Draper beschäftigte sich mit demselben Gegenstande wie John C. Draper. Er sättigte eine Lösung von 189 Theilen krystallisirter Oxalsäure mit Eisenoxyd und verdünnte dann mit Wasser auf 2000 Theile und exponirte das Gemisch in einem Gefässe dem Lichte; der Apparat wurde vor und nach dem Exponiren gewogen und auf diese Weise gewichtsanalytisch die entwichene Kohlensäure bestimmt, wodurch die Correctionen für Druck, Temperatur etc., welche beim Messen des Gases nöthig erscheinen, vermieden wurden. Die in der Lösung absorbirt bleibende Kohlensäure, welche das Resultat wesentlich beeinflusst, wurde durch Hindurchleiten von Wasserstoffgas während $^1/_2$ Stunde beseitigt[47]).

Burnett hatte ebenfalls den Plan den Gewichtsverlust, welchen eine Lösung von oxalsaurem Eisenoxyd oder Uranoxyd oder eine Mischung von

46) Philos. Magaz. 51, 161. Dingler 146, 29. Horn, Phot. Journ. 8, 85.
47) The photogr. Journal. 1859. S. 37.

Urannitrat oder Eisen-Alaun mit Oxalsäure oder sauren oxalsauren Salzen im Lichte erleidet, zu bestimmen. Er dachte das Gefäss mittelst eines Hebelwerkes nach Art der Schnellwage abzuwägen oder dasselbe im Wasser nach Art eines Aräometers schwimmen zu lassen, wodurch das Instrument in Folge des Gewichtsverlustes im Lichte in die Höhe steigt.

VI. Das Quecksilberoxalat-Photometer.

Fowler gab 1858 eine photometrische Methode an, welche auf der Zersetzung einer Lösung von Quecksilberchlorid und oxalsaurem Ammoniak und dem Wägen des ausgeschiedenen Niederschlages von Quecksilberchlorür oder dem Messen des entweichenden Kohlensäuregases beruht[48]). Dieselbe ist ganz unbrauchbar, weil die Correctionen für wechselnde Temperatur und Concentration fehlen.

Becquerel wollte die Lichtempfindlichkeit eines Gemisches von Quecksilberchlorid und Oxalsäure zum selben Zwecke benutzen[49]). Jedoch ist die Zersetzung desselben ganz unregelmässig, wie zuerst Marchand[50]), dann der Verfasser[51]) zeigte, namentlich der allmählig frei werdenden Salzsäure zufolge. Schliesslich gab der Verfasser selbst ein Photometer mit Quecksilbersalzen an.

Das „Eder'sche Quecksilberoxalat-Photometer" dient hauptsächlich zur Bestimmung der Intensität der ultravioletten Strahlen des Tageslichtes[51]).

Ein Gemenge von Quecksilberchlorid mit neutralem Ammoniumoxalat wird im Lichte besonders rasch zersetzt, viel rascher als das Gemenge mit Oxalsäure oder Tetraoxalat. Es scheidet in derselben Zeit die 20- bis sogar die 100fache Menge Quecksilberchlorür aus, als eines der beiden letzteren. Im zerstreuten Tageslicht trübt es sich nach wenigen Minuten, im directen Sonnenlicht nach mehreren Secunden. Bei wochenlangem Aufbewahren im Finstern verändert es sich nicht merklich und in der Siedehitze ist es bei der Abwesenheit von Licht beständig.

Zu seinen Messungen bediente sich der Verfasser entweder viereckiger Flaschen mit ebenen Wänden, welche in eine undurchsichtige lichtdichte Cartonhülle passten, an deren einer Wand eine Oeffnung von mehreren Quadratcentimetern angebracht war, welche je nach der Intensität des Tageslichtes verschieden gross genommeu wurde. Besser ist es, die Wirkung des Lichtes auf ein horizontales Flächenelement zu bestimmen und zu diesem Zwecke dient folgender einfacher Apparat. Ein Becherglas von etwas mehr als 100 ccm Inhalt wurde mit Papier überklebt und mit Asphaltlack lichtdicht lackirt. Darüber wurde ein übergreifender lackirter Deckel gestülpt, in dessen Mitte eine Oeffnung von neun Quadratcentimetern ausgeschnitten war. Arbeitete Verfasser in hellem Sonnenlichte, so ging er auf 1 qcm Oeffnung herab. Man wird leicht das Richtige finden, wenn Verfasser aufmerksam macht, dass während einer Beobachtungsperiode aus 100 ccm nicht mehr als 1 g Niederschlag ausgeschieden werden soll.

48) Liverpool and Manchester phot. Journ. Oct. 1858. Jahrber. Chem. 1859. S. 32.
49) Becquerel, La lumière. 1868. Bd. 2, S. 69.
50) Marchand, Etude sur la force chimique 1875.
51) Wiener Akad. Ber. (2). Bd. 80, Oct. 1879.

In diesem Apparat werden 100 ccm einer Lösung von Quecksilberchlorid-Ammoniumoxalat[52]) gegossen, dem Tageslichte während einer gewissen Zeit — für welche die mittlere Intensität des Lichtes bestimmt werden soll — ausgesetzt, das ausgeschiedene Quecksilberchlorür auf einem doppelten tarirten Filter gesammelt, gewaschen und bei 100° C. getrocknet und gewogen. Es ist nothwendig, dem ersten Waschwasser etwas verdünnte Salzsäure zuzusetzen, weil sonst dem Quecksilberchlorür etwas Quecksilberoxalat beigemengt wird; wenn die Verunreinigung eingetreten und durch Salzsäure nicht beseitigt ist, färbt sich der Niederschlag beim Trocknen gelblich.

Die lichtempfindliche Lösung besteht aus einem Gemische von 2 Volumen einer Lösung von 40 g Ammoniumoxalat in 1 l Wasser mit 1 Volumen einer Lösung von 50 g Sublimat in 1 l Wasser.

Die Zersetzung dieser Lösung im Lichte geht ganz glatt vor sich. Es entweicht reine Kohlensäure. Der ausgeschiedene Niederschlag besteht aus reinem Quecksilberchlorür, dem sich nur durch Unvorsichtigkeit Quecksilberoxalat beimengt; die Flüssigkeit scheidet nämlich beim starken Verdünnen mit Wasser (aber nicht mit salzsäurehaltigem Wasser!) Quecksilberoxalat aus und dieses löst sich nur in überschüssigem Ammoniumoxalat oder Salzsäure wieder auf. Die durch das Licht in der Photometerflüssigkeit bewirkte chemische Zersetzung verläuft also glatt nach der Gleichung:

$$2\,HgCl_2 + C_2O_4(NH_4)_2 = Hg_2Cl_2 + 2\,CO_2 + 2\,NH_4Cl.$$

Die Anfangswirkung des Lichtes tritt bei dem Aussetzen einer frischen Lösung an das Licht nicht sofort ein. Dasselbe muss auf das Gemenge einige Zeit hindurch wirken, bevor sich das Quecksilberchlorür auszuscheiden beginnt; es dauert im Sonnenlichte einige Secunden, im zerstreuten Tageslichte mehrere Minuten — die Versuche waren im Sommer angestellt worden — bis die Trübung der Lösung beginnt.

Lässt man das lichtempfindliche Gemenge so lange am Lichte stehen, bis es sich deutlich trübt, so ist es mit Quecksilberchlorür gesättigt. Sowie man sie an's Licht bringt, beginnt die Zersetzung in kurzer Zeit und das Licht braucht nicht mehr die lange Zeit, um die Anfangswirkung zu äussern, wie bei einem frischen Gemenge.

Um alle Fehler, welche aus dieser im ersten Anfange langsamen Lichtwirkung etwa hervorgehen können, unschädlich zu machen, pflegt Verf. seinen Vorrath von Photometerflüssigkeit so lange dem Lichte auszusetzen, bis er sich deutlich und stark trübt, dann zu filtriren und im Finstern aufzubewahren, wo er sich die längste Zeit unverändert hält. Auf diese Weise vermeidet man etwaige Correcturen bezüglich der verzögerten Anfangswirkung.

Zunächst wurde der Einfluss der Concentration und variabler Mengen von Quecksilberchlorid und Oxalat in der Flüssigkeit bestimmt.

Durch Versuche wurde constatirt, dass die Photometerflüssigkeit mit dem verlängerten Gebrauche sich schwächt, und dass ein Punkt eintritt, wo sie sehr träge wird; dies tritt ein, bevor das in der Lösung befindliche Quecksilberchlorid vollständig zersetzt ist. Sobald $^4/_5$ des in der Lösung enthaltenen Quecksilberchlorides zersetzt ist, muss das Licht auf dieses Gemenge doppelt so lange oder mit doppelter Intensität wirken, als auf das frische Gemenge, um dieselbe Gewichtsmenge Quecksilberchlorür auszuscheiden.

52) Der Name „Quecksilberoxalat-Photometer" ist gekürzt statt des schwerfälligen Ausdruckes „Quecksilberchlorid-Ammoniumoxalat-Photometer".

Es wäre also fehlerhaft, die ausgeschiedene Menge des Quecksilberchlorürs in allen Fällen der Intensität des wirksamen Lichtes gleichsetzen zu wollen. Es muss vielmehr eine kleinere Menge von Hg_2Cl_2, welche gegen das Ende der Reaction entstanden ist, in Bezug auf die äquivalente Lichtwirkung, einer grösseren Menge Hg_2Cl_2 zu Beginn derselben gleich gesetzt werden. Um die in den verschiedenen Phasen der Zersetzung ausgeschiedenen Mengen Hg_2Cl_2 im Zusammenhange mit dem wirksamen Lichte vergleichbar zu machen, ermittelte Verf. die untenstehende Tabelle. Dabei bediente er sich solcher Photometerlösungen, welche auf 100 ccm immer um je 57,59 mg Quecksilberchlorid weniger enthielten und zugleich mit der normalen Lösung belichtet wurden. (Diese Versuche fallen theilweise mit den oben mitgetheilten zusammen.) Die Verminderung des Quecksilberchlorides entspricht einer Ausscheidung von 50 mg Quecksilberchlorür. Auf diese Weise wurde der Effect des Lichtes (unter sonst gleichen Umständen) bei 18 bis 20° C. auf die Photometerlösung bestimmt, nachdem sie eine Verdünnung erlitten hatte, welche einer Ausscheidung von je 50, 100, 150 mg Hg_2Cl_2 u. s. w. im Lichte gleichkommt. Die höheren Zahlen in der nachstehenden Tabelle sind nicht von grosser Genauigkeit und Verfasser empfiehlt deshalb das Photometer nur so lange zu belichten, bis etwa 1 g Hg_2Cl_2 ausgeschieden ist, was man nach einiger Erfahrung schätzungsweise trifft. Der Niederschlag wird dann auf dem Filtrum gesammelt und eine neue Lösung dem Lichte exponirt.

Es folgt hier jene Corrections-Tabelle, sie wird genau genug sein, um die mittlere Intensität des Tageslichtes, sei es nun im Verlaufe mehrerer Stunden oder eines Tages, mit grosser Sicherheit zu bestimmen. Ganz ohne Correctur würden die bei jeder photometrischen Beobachtung gefundenen Zahlen, welche das reducirte Hg_2Cl_2 repräsentiren (sobald diese Menge für 100 ccm Flüssigkeit 1 g Hg_2Cl_2 erreicht) um etwa 20 % fehlerhaft sein, mit der nachfolgenden Correctionstabelle aber werden sie kaum einen Fehler über $\pm$ 1 % aufweisen.

Aus 100 ccm der Photometerflüssigkeit werden aus der allmählig schwächer werdenden Lösung abgeschieden.		Die aus der allmählig schwächer werdenden Lösung ausgeschiedene Menge Hg_2Cl_2 kommt folgenden Mengen gleich, angenommen, dass die Flüssigkeit die anfängliche Concentration behalten würde.	
Gefundene Milligramme Hg_2Cl_2:		Milligramme Hg_2Cl_2 auf die Anfangsconcentration reducirt:	
50	650	50,5	746
100	700	103	830
150	750	156	894
200	800	211	964
250	850	265	1037
300	900	323	1106
350	950	380	1176
400	1000	439	1247
450	1100	499	1400
500	1200	560	1670
550	1300	621	1950
600	1350	683	2140

Der Gebrauch der Tabelle ist selbstverständlich. Scheidet das Licht in einer gewissen Zeit, bei einer gewissen Oberfläche und Temperatur der Lösung 500 mg Hg_2Cl_2 aus, so wird der Effect des Lichtes durch die Zahl 560 mg ausgedrückt, denn so viel hätte das Licht ausgeschieden, wenn die Concentration der Lösung nicht abgenommen und die Lösung sich theilweise erschöpft hätte. Es ist nicht empfehlenswerth, die Erschöpfung der Lösung zu weit zu treiben, sonst werden die ausgeschiedenen Mengen von Hg_2Cl_2 gering, die Beziehung zu einer äquivalenten Lichtwirkung unsicher, und selbst die Correcturen mittelst dieser Tabelle sind dann (wenn das ausgeschiedene Hg_2Cl_2 über 1000 mg beträgt) zweifelhaft.

Es braucht wohl kaum hervorgehohen zu werden, dass diese Correctionstabelle nur dann giltig ist, wenn 100 ccm der Photometerlösung genommen werden. Bei einem anderen Volumen, z. B. 50 ccm, wird die Schwächung der Lösung nach Ausscheidung von 100 mg Hg_2Cl_2 eine viel beträchtlichere sein, als bei der Verwendung von 100 ccm.

Der Einfluss der wechselnden Concentration und der allmähligen Erschöpfung der Lösung ist durch das Mitgetheilte sichergestellt.

In zweiter Linie muss der Einfluss der Temperatur auf das lichtempfindliche Gemenge sichergestellt werden, welcher bis jetzt noch bei keinem derartigen Photometer untersucht wurde. Verf. beobachtete, dass dasselbe Licht in derselben Zeit aus einer warmen Quecksilberoxalatlösung reichlich mehr Quecksilberchlorür ausscheidet, als aus einer Lösung von gewöhnlicher Temperatur. Auch ist die äussere Beschaffenheit des in der Hitze durch das Licht gefällten Quecksilberchlorürs ein anderes, als das in der Kälte ausgeschiedene. Zu den Versuchen wurde die lichtempfindliche Flüssigkeit in gleich grosse Flaschen gefüllt, die fest verkorkt und in grosse, mit Wasser von verschiedener Temperatur gefüllte Bechergläser von gleicher Beschaffenheit gebracht.

Es schieden sich aus den verschieden warmen Lösungen folgende Mengen Quecksilberchlorür aus, wobei die bei 0° ausgeschiedene Menge = 100 gesetzt wurde.

Bei	0°	C. ausgeschiedenes	Quecksilberchlorür	100
„	8°	„	„	105,3
„	15°	„	„	111,2
„	25°	„	„	125
„	30°	„	„	139
„	40°	„	„	177
„	48°	„	„	209
„	60°	„	„	304
„	80°	„	„	506
„	100°	„	„	1850

Die heissen Lösungen trüben sich unmittelbar nach dem Aussetzen an das Licht ein wenig später, als die kalten; auch erscheint das Volumen des ausgeschiedenen Hg_2Cl_2 bei den ersteren geringer, als bei den letzteren. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der grösseren Dichte des aus heissen Lösungen ausgeschiedenen Niederschlages. Während der in der Kälte ausgeschiedene fein flockig erscheint, hat der in der Hitze durch das Licht gefällte eine grob krystallinische Structur.

Diese Vermehrung der Lichtwirkung mit der Erhöhung der Temperatur muss bei der Reducirung der Photometer-Angaben berücksichtigt werden. Diese Zahlen sind um so beachtenswerther, als sie (meines Wissens) die

ersten genauen quantitativen Angaben sind, welche den Zusammenhang der Temperatur einer Lösung mit ihrer Zersetzlichkeit durch Licht ausdrücken.

Wird ein Gemenge von Quecksilberchlorid und Ammoniumoxalat sehr lange belichtet, so scheidet sich sehr viel Quecksilberchlorür aus. Ist dann noch überschüssiges Ammoniumoxalat vorhanden und wird die Flüssigkeit, sammt dem am Boden befindlichen Quecksilberchlorür, noch immerfort an das Tageslicht (oder besser Sonnenlicht) gestellt, so färbt sich der weisse Niederschlag hellgrau, dann immer dunkler und dunkler und wird schliesslich grauschwarz, indem sich vielleicht Anfangs ein Subchlorür, dann aber metallisches Quecksilber bildet. Das vorhandene Quecksilberchlorür wird jedoch erst dann geschwärzt, wenn nur noch sehr wenig Quecksilberchlorid in der darüber stehenden Flüssigkeit enthalten ist. Nach meinen Versuchen kann der Gehalt der Lösung unbeschadet von 1,6 % auf 0,08 bis 0,10 % Quecksilberchlorid sinken, ohne dass das in der Lösung suspendirte Quecksilberchlorür weiter zu Metall reducirt würde.

Für die photometrische Verwendbarkeit des Gemisches mit Ammoniumoxalat hat diese Erscheinung wohl nur wenig Einfluss, da ja auf keinen Fall die Exposition der Flüssigkeit an das Licht so weit getrieben werden darf, dass die Lösung sich der Erschöpfung nähert. Es ist dies ein nicht zu leugnender Uebelstand aller derartiger Photometer (auch des Marchandschen mit Eisenchlorid und Oxalsäure), welchen man dadurch zu vermeiden trachten muss, dass man die Einwirkung des Lichtes unterbricht, sobald man eine reichliche Menge Niederschlag am Boden des Gefässes bemerkt (über das Quantum, nicht über 1 g pro 100 ccm s. o.); das Volumen des Niederschlages bietet einen Anhaltspunkt dazu.

Versuche ergaben, dass etwa 90 % des Quecksilberchlorür-Niederschlages durch die ultravioletten Strahlen bewirkt werden und nur 10 % durch das gesammte übrige Spectrum.

Dieses Zahlenverhältniss wird, wie auch aus den Versuchen des Verfassers hervorgeht, unmöglich zu allen Tages- und Jahreszeiten gleich bleiben.

Die im Vergleich zu Silbersalzen geringe Lichtempfindlichkeit dieses Photometers macht es nur für längere Beobachtungszeiten verwendbar. Man wird damit die Intensität des Lichtes nicht im Verlaufe von einigen Minuten, sondern nur von Stunden bestimmen können. Vortrefflich wird dasselbe zur Bestimmung der mittleren Lichtintensität für einzelne Tage dienen und neue Aufschlüsse über die Vertheilung der äussersten violetten und der unsichtbaren Lichtstrahlen jenseits des Violett in den verschiedenen Jahreszeiten geben.

VII. Photometrie mit Nitroprussidnatrium sowie Oxalsäure.

Roussin wendet eine Lösung von 2 Theilen Nitroprussidnatrium, 2 Theilen trockenes Eisenchlorid und 10 Theilen Wasser an. Die Lösung scheidet im Lichte Berlinerblau aus, welches auf einem Filter gesammelt, bei 100° getrocknet und gewogen wird; oder es wird das specifische Gewicht mittelst eines sehr empfindlichen Aräometers bestimmt.

Die Abnahme des spec. Gewichts ist proportional der Menge des ausgeschiedenen Berlinerblau; oder es werden 15 qcm grosse, gewogene Papierstücke mit der Lösung getränkt, getrocknet, exponirt, gewaschen und wieder

gewogen. Die Gewichtszunahme bringt man als Berlinerblau in Rechnung[53]). — Nach Aug. Vogel bewirkt auch Magnesiumlicht bald eine Zersetzung[54]).

Verfasser beobachtete, dass die Flasche, welche die Lösung von Nitroprussidnatrium enthält, bald an den Wänden sich mit dem blauen Niederschlag bedeckt und deshalb den Zutritt des Lichtes hemmt, wodurch Unregelmässigkeiten veranlasst werden müssen. Wäre dies nicht der Fall, so könnten auch gemischte Lösungen von den Ferridcyankalium und Eisenoxydsalzen (z. B. Eisenalaun) bei Luftabschluss photometrische Verwendung finden.

Downes fand, dass sich $^1/_{10}$ Normallösung von Oxalsäure im Finstern ganz unverändert hält, dagegen im Sonnenlicht in Kohlensäure und Wasser zerlegt wird. Durch Titriren lässt sich leicht die Zersetzung quantitativ bestimmen und darauf eine photometrische Methode gründen (Chemical News. 1880. Bd. 42, S. 178).

VIII. Photometrie mittelst photographischer Papiere.

Die Actinometer mit empfindlichen Papieren werden nach zwei Principien construirt. Entweder exponirt man bis das Papier eine gewisse Normalfärbung angenommen hat, oder man exponirt unter einer Scala von stufenweise abnehmender Lichtstärke (wie z. B. unter übereinander gelegten transparenten Papierstreifen oder einem System von Röhren, welche oben verschieden weit sind etc.) und beobachtet, wie weit die photographische Wirkung vorschreitet.

Die erste Methode ist genau, da immer ein bestimmtes Lichtquantum nothwendig ist, um denselben Färbungsgrad (z. B. auf Chlorsilberpapier) zu bewirken.

Die Methode, durch verschieden dicke Schichten von Papiere etc. transparente Scalen herzustellen, um darunter sensibles Papier bis zum Copiren eines bestimmten Scalentheiles herzustellen, ist nicht so exact, weil verschieden dicke Schichten des transparenten Mediums nicht das Licht gleichmässig verschlucken, sondern immer gewisse Theile des wirksamen Spectrums in nicht proportionaler Menge absorbirt werden (s. S. 187). Dagegen sind die Röhrenphotometer genau.

A. Exposition von gesilbertem Papier bis zur Erreichung einer Normalfärbung.

Kurz nach der Erfindung der Daguerreotypie suchte man die Intensität des Tageslichtes und die davon abhängige Expositionszeit durch die Schwärzung von Chlorsilberpapier zu bestimmen.

Nach diesem Principe versuchten Jordan (1839), Malagutti (1839[55]), Hunt (1845), Herschel[56]), Claudet[57]) u. A. mittelst der Schwärzung photographischer Papiere die chemische Lichtwirkung zu messen.

Heeren gab im Jahre 1844[58]) eine Methode zur Messung der Lichtstärke behufs photographischer Versuche an, bei welcher er die Schwärzung

53) Phot. Arch. 1865. S. 342.
54) Phot. Arch. 1871. S. 92.
55) Annal. de chim. et de phys. (2.) Bd. 72, S. 5.
56) Philos. Transact. 1840. S. 46.
57) London Philos. Magaz. (3.) Bd. 33, S. 329.
58) Poggend. Ann. Bd. 64, S. 309. Dinger's Journ. Bd. 93, S. 47 und Bd. 96, S. 26.

des Chlorsilberpapieres im Lichte mit einer grauen Unterlage vergleicht. Aus der Zeit, welche nöthig ist, um diesem Papiere eine bestimmte Färbung mitzutheilen, bestimmte er die zur Erzeugung photographischer Eindrücke nöthige Zeit, indem durch Versuche ermittelt werden kann, wie sich die Zeiten zu einander verhalten.

Das Chlorsilberpapier stellte sich Heeren durch aufeinander folgendes Baden von Papier mit Silbernitrat (1 : 5) und gesättigter Chlornatriumlösung und schliesslichem Waschen und Trocknen her. (Das Chlorsilber war somit mit überschüssigem Chlornatrium hergestellt.) Dieses Papier benutzte er, um aus dessen Färbung, verglichen mit einer grau gemalten, dem Farbentone nach durch einen Versuch ermittelten Unterlage, auf die Zeitdauer der in der Camera nöthigen Beleuchtung der Daguerreotyp-Platten zu schliessen[59]).

Dieses Princip wollte auch Schall (1853) verwerthen, indem er eine Scala anfertigte, welche die Färbungen enthält, welche die verschiedenen Nuancen der Wirkung des Sonnenlichtes gaben; mit dieser sollte dann die in einem bestimmten Falle entstehende Färbung durch das Sonnenlicht verglichen werden[60]).

B. Wissenschaftliche Begründung dieser Methode und ihre Anwendung für die Meteorologie des Lichtes.

Alle auf ein solches Princip gegründeten Instrumente mussten zu völlig illusorischen Resultaten führen, so lange es nicht gelungen war, eine photographische Schicht von stets gleicher Empfindlichkeit herzustellen und eine gesetzmässige Abhängigkeit der Schwärzung von der Expositionszeit und Lichtstärke aufzufinden.

Diese Aufgabe lösten Bunsen und Roscoë 1862 durch ihre Untersuchungen, welche für alle derartigen Photometer fundamental sind und deshalb hier ausführlich mitgetheilt werden[61]).

Die Messung der Lichtwirkung, welche sich auf eine Schätzung verschiedener Schwärzungen von Chlorsilberpapier stützt, wurde von Bunsen und Roscoë nicht weiter in's Auge gefasst, weil es sich zeigte, dass zwischen der wirkenden Lichtintensität und den dadurch in gleicher Zeit erzeugten Schwärzungen keine Proportionalität besteht. So waren z. B. für die Lichtmengen 5 und 1 die entsprechenden Schwärzungen 0,50 und 0,22[62]). Man kann bei äusserst schwachen Schwärzungen der photographischen Schicht noch sehr kleine Unterschiede in der Schwärzung durch das Auge wahrnehmen, bei intensiven Schwärzungen ist dagegen eine solche Schätzung unmöglich.

59) Heeren polemisirte auch damals gegen Lipowitz, welcher 1844 die Lichtintensität für photographische Zwecke optisch bestimmen wollte (Pogg. Ann. Bd. 61, S. 140; Bd. 63, S. 348); der Streit entspann sich bezüglich des Messens der Lichtstärke durch die Oeffnung der Pupille des Auges und durch Färbung von Chlorsilber.

60) Cosmos. III, 487.

61) Poggend. Ann. Bd. 117, S. 529.

62) Zur Messung des Grades der Schwärzung diente eine rotirende Scheibe mit schwarz und weissen Sectoren, deren Verhältniss zu einander beliebig verändert werden konnte. Indem man $^1/_{10}$, $^2/_{10}$, $^3/_{10}$ u. s. w. der Scheibenoberfläche aus schwarzen Sectoren bestehen lässt, erhält man die entsprechenden Schwärzungen $^1/_{10}$, $^2/_{10}$, $^3/_{10}$ u. s. w. auf der in Rotation versetzten Scheibe, deren mittlerer Theil mit dem zu vergleichenden, durch die Lichtwirkung veränderten Papiere ausgefüllt war.

Der Satz, dass gleiche Producte von Lichtintensität und Insolationsdauer gleichen Schwärzungen entsprechen, war von Malagutti[63]) vor längerer Zeit hypothetisch ausgesprochen; innerhalb der engen Grenzen einer von 1 bis $2^1/_2$ wechselnden Lichtstärke war er 1862 von Hankel[64]) annähernd richtig befunden.

Zu ihren Versuchen bedienten sich Bunsen und Roscoë des sog. Pendelapparates. Derselbe beruht darauf, dass ein durch ein Pendel bewegtes geschwärztes Glimmerblatt sich einseitig über einem unverrückbar befestigten, mit einer Millimeterscala versehenen Streifen photographischen Chlorsilber-Papieres verschiebt, so dass die verschiedenen Verticalzonen des letzteren der Einwirkung des Lichtes durch sehr verschiedene Zeiträume ausgesetzt bleiben. Es entsteht so eine Scala von verschiedenen Graden der Schwärzung, mit denen sich andere, durch gesonderte Bestrahlung geschwärzte Flächen in einem dunklen Zimmer bei dem chemisch unwirksamen Licht einer hellen Natronflamme vergleichen lassen. Es wurde gefunden, dass die Lichtintensitäten für gleiche Wirkungen (Schwärzungen) den zugehörigen Zeiten umgekehrt proportional sind.

Die Bestimmung des Schwärzungsgrades geschah bei einer Natronflamme. Es wurde gefunden, dass 1) innerhalb sehr weiter Grenzen (Schwankung der Intensität um das 25fache) gleichen Producten aus Lichtintensität und Insolationsdauer gleiche Schwärzungen auf Chlorsilberpapier von gleicher Sensibilität entsprechen[65]). 2) Beim Schwärzen von Chlorsilberpapier üben photochemische Inductionen (s. S. 68) keinen störenden Einfluss aus. 3) Ein Gemenge von 1000 Theilen reinem Zinkoxyd mit 1 Theil reinem Lampenruss gibt eine constante unveränderliche Farbennüance, die als Normalfärbung benutzt werden kann[66]).

Zur Herstellung des Normalpapiers: 300 g reines Kochsalz werden in 10 Liter Wasser gelöst und in einem reinen, für die zu salzenden Papierbogen hinlänglich grossen Kasten von Zinkblech gegossen. In diese Lösung senkt man die an zwei diametralen Ecken mit der Hand herabhängend gehaltenen 0,3 qm grossen Papierbogen unter die Flüssigkeit völlig ein und versetzt die letztere in eine hin- und herfliessende Bewegung, um alle dem Papiere anhängenden Luftblasen zu entfernen. Nach 5 Minuten langem Verweilen in der Flüssigkeit wird der Bogen herausgenommen und vertical herabhängend getrocknet. Die angewandten 10 Liter reichen hin, um 70 solche Papierbogen von 0,3 qm Oberfläche nach einander oder zu verschiedenen Zeiten zu präpariren. Das also bereitete Papier kann Monate lang aufbewahrt werden, ohne seine Anwendbarkeit zu verlieren.

Die Silberung geschieht unter den bei dem Photographiren üblichen Vorsichtsmassregeln, nachdem der 0,3 qm grosse Bogen in vier gleiche Theile zerschnitten ist, in einem passenden Glasgefäss mit flachem Boden, worin

63) Ann. de chim. et de phys. 62, 5.

64) Messungen über die Absorption der chemischen Strahlen des Sonnenlichtes. Abhandl. der k. sächsischen Gesellsch. d. Wissensch. Leipzig. 1862. 9, 55.

65) Dies Gesetz wurde später von Wright für Chlor- und Bromsilberpapier bestätigt (Jahrber. Chem. 1866. S. 81).

66) Der Lampenruss wurde dadurch erhalten, dass man eine Terpentinöllampe unter einer grossen mit Wasser kalt gehaltenen Porcellanschale brennen liess und den abgesetzten Russ in einem bedeckten Platintiegel 5 Minuten lang zur Rothgluth erhitzte. Als Bindemittel wurde Wasser verwendet, in dem ungefähr $^8/_{1000}$ Hausenblase gelöst waren. Die Mischung wurde 1 Stunde lang auf dem Reibstein gerieben.

sich eine Lösung von 120 g salpetersaurem Silberoxyd in 1 Liter Wasser befindet. Die Zeit, während welcher das Papier auf der Oberfläche des Silberbades schwimmend erhalten wird, beträgt 2 Minuten. Das angewandte Liter Silberbad reicht aus, um 500 jener zerschnittenen Blätter zu silbern, wodurch die Flüssigkeit ungefähr auf die Hälfte ihres Volumens verringert wird. Dieses Normalpapier kann nach dem Trocknen an der Luft 15 bis 24 Stunden im Dunkeln aufbewahrt werden, ohne dass sich an demselben eine bemerkbare Aenderung in der Lichtempfindlichkeit zeigt.

Eine Reihe von Versuchen zeigt, dass das nach dieser Vorschrift dargestellte photographische Normalpapier von hinlänglich gleichbleibender Lichtempfindlichkeit ist, um zu photochemischen Messungen dienen zu können.

Die Empfindlichkeit dieses Papiers bleibt unverändert, mag die Silberlösung 15 Secunden oder 8 Minuten mit dem gesilberten Papier in Berührung gewesen sein. Verkürzt man aber die Zeit der Silberung noch unter 15 Secunden, so gelangt man an eine Grenze, wo die Chlorsilberschicht in hohem Grade unempfindlich wird. Ferner zeigt es sich, dass die Empfindlichkeit der Papiers unverändert dieselbe bleibt, mag man 8-, 10- oder 12procentige Silberbäder anwenden, dass aber bei 6 % schon die Grenze der Veränderlichkeit erreicht.

Bunsen und Roscoë aber fanden ferner, dass von einem 12procentigen Silberbad $^2/_3$ der Lösung verbraucht werden können, ohne dass der Gehalt nur auf 8 Procent sinkt. Aus einer Silberlösung von der bezeichneten Stärke nimmt 1 qdcm Papier höchstens 0,01 g Silbernitrat in Anspruch. Das alte Silberbad (Natriumnitrat durch Doppelzersetzung enthaltend) gibt ebenso empfindliche Papiere als frisches.

Nach der Belichtung kann das Chlorsilberpapier ohne seine Färbung zu verändern mindestens 17 Stunden im Dunkeln aufbewahrt werden.

Mit steigendem Kochsalzgehalt steigt die Empfindlichkeit des Papieres fortwährend in raschem Masse; es gibt anscheinend keine Grenzen, wo eine weitere Vermehrung oder Verminderung des Kochsalzgehaltes ohne Einfluss auf die Empfindlichkeit bliebe. Um constante Resultate zu erhalten, ist es daher nöthig, eine Lösung von stets gleichem Kochsalzgehalt anzuwenden.

Die Dicke weisser, zum Photographiren tauglicher, Papiere ist ohne Einfluss auf die Empfindlichkeit derselben.

Die Unterschiede in den atmosphärischen Temperaturen und Feuchtigkeitsgraden ist auf die Lichtempfindlichkeit ohne Einfluss. (Vergl. S. 181.)

Später vereinfachte Roscoë (1864[67]) die Bunsen-Roscoë'sche photometrische Methode mittelst des Pendelapparates, weil dieselbe äusserst zeitraubend und nur bei ruhigem Wetter ausführbar ist und beträchtliche Mengen von photographischem Papier erfordert. Roscoë benutzte nun den Pendelapparat nur mehr zur Herstellung der Normalscala. Es wird nun mittelst der Punkte die Normalfärbung vor dem Fixiren bestimmt und der betreffende Punkt nach dem Fixiren genau bemerkt. Für den fixirten nnd mit Millimeterscala versehenen Streifen wird eine Tabelle beigegeben, welche den Werth der Schwärzung für jedes Millimeter längs des Streifens ausdrückt. Nun wird ein Streifen photographisches Papier hinter einen Streifen weissen Papiers aufgeklebt, in welchem hintereinander Löcher angebracht sind, durch welche das Licht wirkt. Das Ganze befindet sich in

67) Poggend. Ann. Bd. 124, S. 353. Phot. Arch. 1865. S. 373.

einem Schieber von Messingblech, dessen Deckel eine runde Oeffnung hat; durch Verschieben desselben kann man das Licht eine genau beobachtete Anzahl Secunden auf das blossgelegte Chlorsilberpapier wirken lassen.

Um die Lichtwirkung zu bestimmen, begibt man sich in ein Dunkelzimmer. Hier wird der Streifen so befestigt, dass er in *m* Fig. 49 ein kreisförmiges Rad *n* berührt, auf dessen Rande eine Normalpapierscala sich befindet, welche vom dunkelsten Ton bis zum Weiss sich abstuft. Die Linse *l* wirft das Licht einer Natronflamme *q* auf eine Oeffnung im Streifen *k k*, welche zur Hälfte von dem belichteten Normalpapier bedeckt ist, während unter der anderen Hälfte die Normalscala sichtbar wird, die, mittelst des Rades in Drehung versetzt, allmählig die entsprechenden Farbentöne neben einander stellt. Bei vollkommener Identität beider Farbentöne, des frisch belichteten Papieres und des Normalpapieres, hält man das Rad ein undliest die auf dem Normalpapier für den betreffenden Punkt angegebene Belichtungsdauer ab.

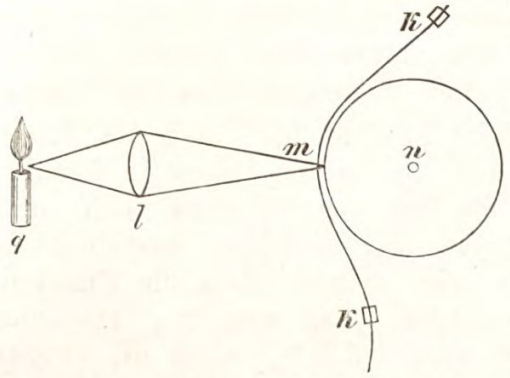


Fig. 49. Beobachtung des belichteten Papiers.

Um zu bestimmen, welcher Belichtungszeit die von der Normalfärbung abstehenden Färbungs-Nuancen entsprechen, exponirte Roscoë später das lichtempfindliche Papier am Boden von Cylinder-Diaphragmen von verschiedener Oeffnung; das Verhältniss der Intensitäten war gegeben durch das Verhältniss der Oeffnungen.

Stelling bestimmte die verschieden lang belichteten Vergleichungspapiere dadurch, dass er das lichtempfindliche Papier durch verschiedene, aber genau bestimmte Zeiten der Wirkung des Tageslichtes aussetzte, obschon Roscoë's Methode genauer ist.

Poey bediente sich zu demselben Zwecke des Chlorsilberpapieres, welches in einer lichtdichten Holzbüchse aufgerollt war und nur durch einige Oeffnungen am Deckel der Lichtwirkung ausgesetzt war und allmählig bei denselben vorbeigezogen werden konnte. Sein Zweck war hauptsächlich, die Schwankungen des chemisch wirksamen Lichtes während des Tages von Zeit zu Zeit (von $^1/_4$ zu $^1/_4$ Stunde) zu messen. Verschiedene Färbungsgrade des Papieres von Hellviolett durch Roth in metallisches Grün galten ihm als Normalpunkte [68]).

Montagna stellte ein automatisches Actinometer in folgender Weise her: Eine Glasscheibe, welche geschwärzt ist, hat am oberen Theile einen kleinen durchsichtigen Sector, welcher den 72. Theile des Kreisumfanges entspricht, d. h. von 5 Graden Oeffnung. Neben dem Sector befindet sich eine kleine Scala aus einem schwach gefärbten Collodionhäutchen, das auf weisses Papier geklebt ist. Hinter dem Sector und der Scala ist eine Scheibe aus empfindlichem Papier angebracht, die durch ein Uhrwerk in der Art bewegt wird, dass jeder Theil des Papieres den Weg von einer Seite des Sectors zur andern in 10 Minuten zurücklegt. In dieser Weise wollte Montagna durch Vergleichung des empfindlichen Papieres mit der Scala einen Schluss auf die actinische Wirkung des Lichtes ziehen. Setzt man das Uhr-

68) La lumière. 1863. S. 42.

werk, durch welches das empfindliche Papier bewegt wird, zu verschiedenen Tageszeiten in Bewegung, so hat man auf dem Papier eine Reihe von Färbungen, welche den jeweiligen Grad des Actinismus in den betreffenden Zeitabschnitten (z. B. für 12 Stunden) ausdrücken[69]).

Garneri's Photergimeter (Lichtwirkungsmesser). Es wird Papier mit Salmiak (10 % Lösung) und Silbernitrat (30 %) sensibilisirt. Von diesem nimmt man einen Streifen und belichtet ihn nach und nach je $^1/_2$ Minute, bis 20 verschiedene Abstufungen erhalten sind, wovon die erste einer Belichtung von 10 Minuten entspricht, während die letzte eine Lichtwirkung von $^1/_2$ Minute zeigt.

Um nun eine Beobachtung über die Lichtstärke an einem bestimmten Tage anzustellen, nimmt man einen ähnlich präparirten Papierstreifen und bringt ihn mit der besagten Scala an's Licht. Man belichtet 5 Minuten, vergoldet und fixirt. Die erhaltene Schwärzung wird mit einer der verschiedenen Abstufungen der Normalscala übereinstimmen; die Angaben werden in Photergimeter-Graden gemacht[70]).

Stelling bestätigte 1874, dass die grössere oder geringere Trockenheit und das Alter des Papieres (Roscoë's Normalpapier) keinen erheblichen Einfluss ausüben. Dagegen fand er einen sehr bedeutenden Unterschied, wenn die Papiere auf eine unmittelbar oder nicht filtrirte Lösung sensibilisirt wurde (Differenz 10 %); er silbert deshalb unmittelbar nach dem Filtriren. Er fand als mittleren Beobachtungsfehler beim Pendelapparat 5 %; Maximum 10 %. Da aber auch bei der Calibrirung ein mittlerer Fehler von 5 % sich zeigt, so würden im allgemeinen die Resultate einen mittleren Fehler von 10 % zeigen.

Ch. R. Wright[71]) bestätigte einige von M'Dougall gemachte Beobachtungen, bezüglich der Empfindlichkeit des mit Chlor oder Brommetallen bereiteten photographischen Papieres. Er fand ferner, dass eine photochemische Induction bei der Einwirkung des Sonnenlichtes auf chlorirtes, bromirtes und bromjodirtes Papier nicht bemerklich ist und dass für jedes dieser Papiere die Bedingungen zur Erzeugung einer bestimmten Reihe von Tinten (die erforderlichen Zeiten bei gleicher Lichtintensität oder die Lichtintensitäten bei gleicher Zeit) verschieden sind. Bei allen aber besteht zwischen den Lichtintensitäten und den Zeiten der Lichtwirkung das von Bunsen und Roscoë für Chlorsilberpapier festgestellte Verhältniss.

C. Büchsenphotometer mit Einer Farbe zu photographischen Copirzwecken.

Die „Autotype Compagny“ [72]) und mit ihr viele Andere wenden das „Büchsen-Photometer“ oder auch sog. „englische Photometer“ beim Pigmentverfahren an. Es ist sehr einfach. Es besteht aus einer Büchse von Eisenblech, deren Deckel *M* ein rundes Glas von 2 cm Durchmesser enthält, welches mit Ausnahme eines schmalen (2 mm) Streifens mit Oelfarbe chocoladebraun angestrichen ist, welchen Farbenton gesilbertes Albuminpapier im Sonnenlicht in $1^1/_2$ Minuten annimmt (Fig. 50). Im Innern

69) Phot. Corresp. 1873. S. 121.
70) Roth, Fortschr. 1868. S. 14.
71) Chem. Soc. J. (2.) 4. S. 33. Zeitschr. f. Chem. 1866. S. 285. Jahrb. Chem. 1866. S. 81.
72) Eine englische Gesellschaft, welche sich dem Pigmentverfahren widmete.

der Büchse befindet sich ein Streifen sensibilisirtes Papier (circa 15 mm breit), welchen eine federartige Vorrichtung immer gegen das Glas drückt. Wenn die Farbe derjenigen des angestrichenen Glases entspricht, hat man einen Grad des Photometers. In diesem Augenblicke verschiebt man den Papierstreifen ein wenig und lässt einen zweiten Grad copiren[73]). Ein Negativ von mittlerer Dichtigkeit braucht zwei Grade, ein mit Mattlack überzogenes drei, um auf Pigmentpapier eine gute Copie zu geben.

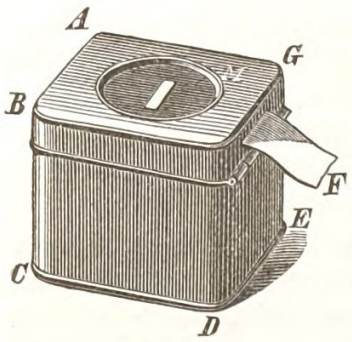


Fig. 50. Büchsenphotometer.

Analog ist das Lamy'sche Actinometer[74]) (für Pigmentdruck) construirt, welches Fig. 51 veranschaulicht. Das empfindliche Papier F (1 cm Breite, 50 cm Länge) ist bei H aufgerollt, wobei eine Feder die Rolle festklemmt und eine andere das Papier F' empordrückt, so dass es sich beim Zuklappen des Deckels an die Fläche bei G anschmiegt. E ist eine gefärbte Fläche, welche bei G eine durch blankes Glas verschlossene Oeffnung hat, durch welche das Licht eindringen kann. Das Uebrige verhält sich so, wie es im Vorhergehenden ausgeführt wurde.

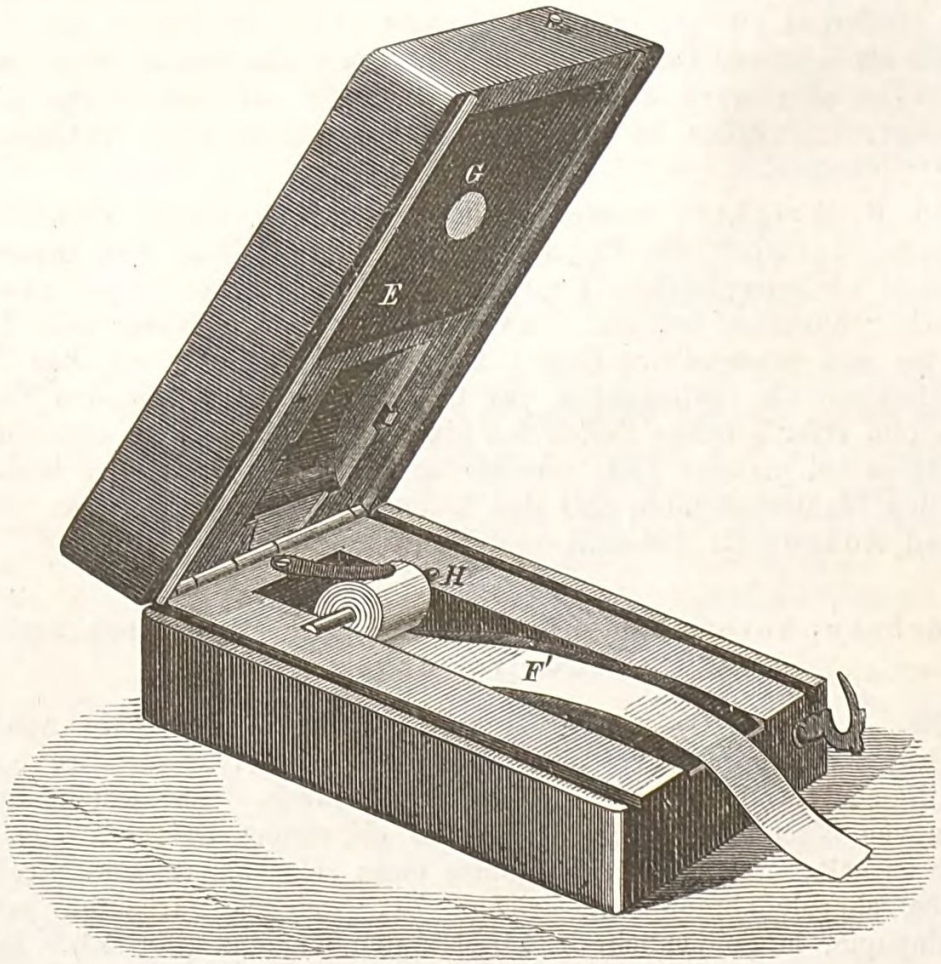


Fig. 51. Lamy's Photometer für Pigmentdruck.

73) Dies Photometer ist beschrieben: Phot. Arch. 1870. S. 189; Monckhoven, Kohlephotographie. 1876. S. 35; Liesegang, Der Kohledruck. 1877. S. 65.

74) Lamy's Instruction pour l'emploi du papier au charbon. 2. Aufl. 1881. S. 12.

Ein sehr einfaches Büchsen-Photometer construirte Dreesen[75]), indem er das sensible Albuminpapier in einen dreifach gelegten Carton einklemmte, an dessen oberster Seite eine Oeffnung für den Lichteinlass ausgeschnitten und mit dem Normalpapier eingeklebt war.

In dem Büchsenphotometer befindet sich gewöhnliches gesilbertes Albuminpapier oder sogenanntes „Dauerpapier“ [76]) (vergl. S. 197 Note und 193).

D. Fehler des Büchsenphotometers.

Die Fehler des „englischen“ und aller ähnlichen Büchsenphotometer bestehen darin, dass 1) das sensible Papier (auch sog. dauerhaftes Albuminpapier) sich mit der Zeit ändert und dass ferner 2) die Trockenheit oder Feuchtigkeit der Atmosphäre verändernd darauf einwirkt. Schon Malval fand 1863, dass feuchtes Chlorsilberpapier rothe Töne gibt, welche mit dem Normalton nicht correspondiren, und dass altes Papier gelbe Nuancen gibt[77]). Auch Monckhoven fand, dass bei trockener Witterung das Papier violett wird, bei feuchter das Violett in's Roth übergeht. Das Photometer verlangt öfters Nachsehen, so dass leicht Fehler durch Unachtsamkeit entstehen; es ist weniger empfindlich, als das Vogel'sche oder andere Scalenphotometer, da das erstere 15 Gradunterschiede anzeigt, wo das Büchsenphotometer nur 3 zeigt (Vogel).

Glaisher fand bei seiner Luftschifffahrt, dass man in grosser Höhe der Atmosphäre $^1/_2$ Stunde nöthig hat, um auf einem Chlorsilberpapier denselben Effect hervorzubringen, der auf der Oberfläche der Erde 1 Minute dauert. Spiller vermuthet, dass der Grund in mangelnder Feuchtigkeit liege und stellte Experimente an, wonach das Papier in verdünnter feuchter Luft ebenso schnell schwarz wird, als bei gewöhnlichem Barometerstand, in trockener verdünnter Luft jedoch nur sehr langsam[78]).

E. Büchsenphotometer mit mehreren Farbentönen.

Woodbury's Photometer ist ein Büchsenphotometer mit 6 Farbentönen (s. Fig. 52). Es hat die Form und Grösse einer kleinen Taschenuhr. Auf

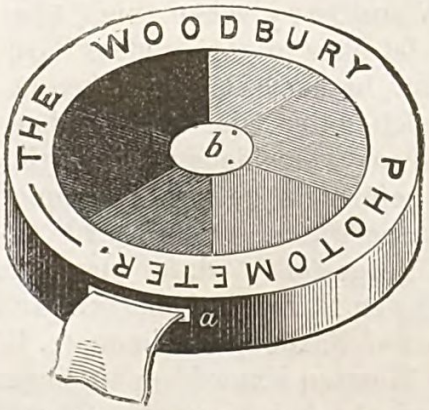


Fig. 52. Woodbury's Photometer.

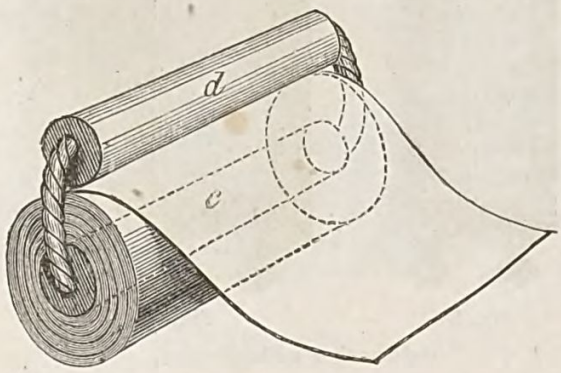


Fig. 53. Rolle für empfindliches Papier.

der einen Seite trägt es 6 Sectoren, welche mit verschieden dunkler Farbe (Tusch und Alizarin) bemalt sind und in der Mitte eine Oeffnung haben.

75) Deutsche Photogr. Zeitung. 1879. S. 146.
76) Haltbares gesilbertes Albuminpapier s. das betreffende Capitel.
77) Bulletin Soc. franç. Phot. 1863. Bd. 9, S. 221.
78) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1864. Bd. 8, S. 42.

Ein Streifen sensibles auf eine Rolle (Fig. 53) gewickeltes Papier befindet sich unter der Oeffnung *b* und kann durch Ziehen an dem Ende bei *a* verschoben werden. Je nach der gewünschten Stärke der Lichtwirkung exponirt man auf eine hellere oder dunklere Nuance. Für Pigmentdruck schwächt man die Lichtwirkung durch ein gelb gefärbtes Gelatinehäutchen[79]). Woodbury gab demselben Apparat auch oblonge Form[80]).

Swan benutzte 1866 zur Bestimmung der Expositionszeit für Pigmentpapiere Chlorsilberpapier, welches unter einer halbdurchsichtigen Schicht so lange exponirt wurde, bis die nöthige Färbung eingetreten war. Wie tief das Papier gefärbt sein muss, um die für ein Negativ nöthige Belichtungszeit anzugeben, ist durch ein vorhergehendes Experiment festzustellen. Sobald er den Farbenton gefunden hatte, verglich er ihn mit der Scala (die 10 Töne hatte) und notirte dessen Nummer. Die halbdurchsichtige Schicht stellte er durch Entwickeln und Verstärken einer Collodionplatte her, bis sie die Intensität der dichtesten Theile eines Negativs hat. Diese Schicht legte Swan deshalb über das Chlorsilberpapier, weil das Papier im vollen Licht viel zu stark sich schwärzt und eine genaue Vergleichung der Farbentöne dadurch unmöglich wird[81]).

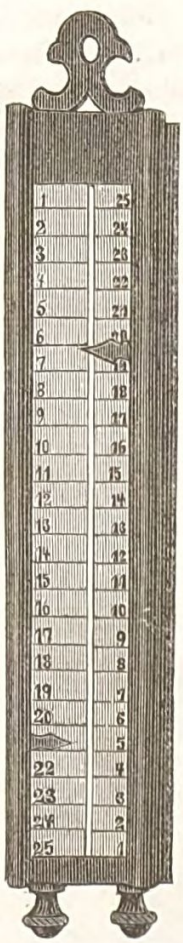


Fig. 54.

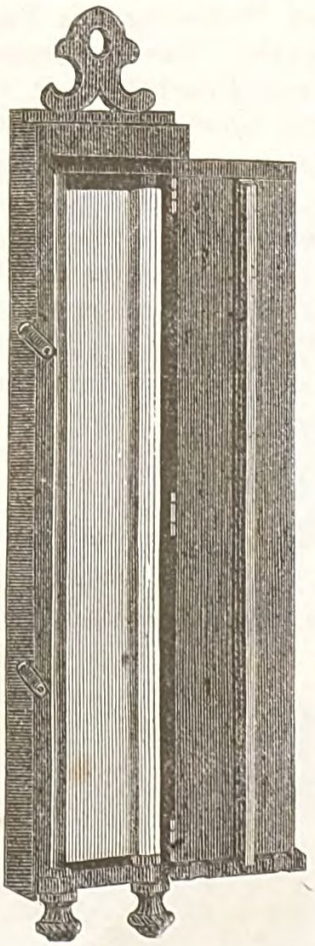


Fig. 55.

Geldmacher's Photometer.

Einen ähnlichen Plan hatte Honikel, welcher das Photometer mit ganz schwachem gelben Glas bedeckte[82]).

Lloyd[83]) erzeugte eine Scala auf gesilbertem Albuminpapier von verschieden dunklen Farben. Der Streifen wird im Goldbade gebadet und fixirt und dient dann als Norm.

Geldmacher's Photometer[84]) unterscheidet sich im Principe nicht vom Woodbury'schen und ähnlichen, ist aber in ganz andere Form gebracht. In einem Holzrähmchen befindet sich unter Glas eine Farbenscala von verschieden stark im Lichte gefärbtem gesilberten Papier (25 Nuancen). Dieselbe wird dadurch hergestellt, dass man als schwächsten Normalton eine schwach graubraune Färbung annimmt (z. B. 2 bis 9 Minuten Exposition an einem regnerischen Tage) und für jeden folgenden Grad 2, 3, 4 mal bis 25 mal so lang exponirt. Zur Vermehrung der Sicherheit sind zwei solche Scalen in

79) Warnerke, Bull. Assoc. Belge de Phot. Bd. 6, S. 408.
80) Year-Book of Phot. 1878. S. 34.
81) Phot. Archiv. 1866, S. 277.
82) Phot. Archiv. 1876, S. 73.
83) Phot. Wochenblatt. 1881. S. 364, aus Brit. Journ. of Phot. 1881. S. 556.
84) Phot. Archiv. 1876. S. 211.

entgegengesetzter Richtung hinter dem Glas befestigt. Im Innern des Kästchens ist sensibles Papier aufgerollt. Man exponirt zur Herstellung von Pigmentdrucken so lange bis das Papier den entsprechenden Färbungsgrad angenommen hat. Mittlere Exposition bis Grad 25. (S. Fig. 54 u. 55.) [Diese höheren Grade haben viel zu dunkle, schwer zu unterscheidende Farbentöne. Eder.]

F. Scalenphotometer.

Lanet de Limency construirte 1856 sein „Lucimeter", welches aus stufenförmig übereinander gelegten feinen Papierstreifen bestand, welche eine allmählig undurchsichtiger werdende Scala bis zu 16 Grad bildeten. Je stärker das Licht, desto mehr solcher Schichten durchdrang es und auf diese Weise suchte de Limency die Intensität der jeweiligen Lichtes mit dem Auge abzuschätzen.

Bei der Vorlage dieses Instrumentes in der Sitzung der Pariser photographischen Gesellschaft vom 15. Februar 1856 knüpfte sich daran eine Discussion, dass die Intensität der leuchtenden (optischen) Strahlen mit jenen der chemischen nicht parallel laufe und Regnault wies darauf hin, dass man diesem Uebelstande leicht abhelfen könne, wenn man hinter die Scala ein Blatt sensibles Papier lege[85]).

Im September 1866 nahm Louis Bing ein englisches Patent auf ein Photometer zur Bestimmung der „actinischen Kraft" des Lichtes, welches darin bestand, dass unter ein Medium von abnehmender Transparenz ein Stück gesilbertes Papier gelegt und nun beobachtet wurde, durch wie viele Schichten in einer gewissen Zeit das Licht wirkte[86]). Im April 1868 nahm Bing ein Nachtragspatent auf diesen Apparat, indem er das sensible Papier auf eine Rolle aufwickelte und es dadurch ermöglichte, dass durch einfaches Drehen das unter der transparenten Scala befindliche Papier nach jeder Beobachtung leicht erneuert werden konnte[87]).

Ueber Swan's Instrument wurde schon S. 182 gesprochen.

H. W. Vogel gebührt das Verdienst das Scalenphotometer als photographisches Messinstrument zu Copirzwecken zuerst genau beschrieben[88]) (1868) und in die photographische Praxis eingeführt zu haben.

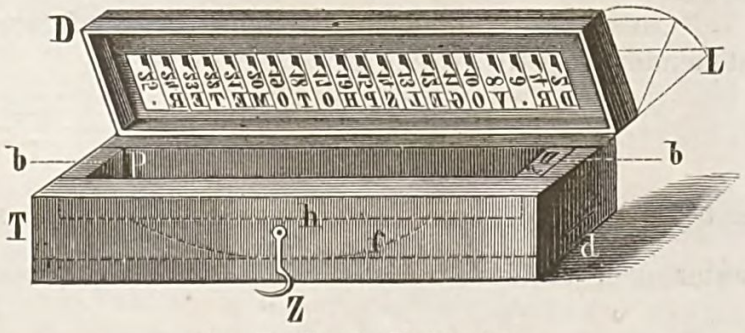


Fig. 56. Vogel's Photometer.

Es ist von allen derartigen Photometern am meisten (speciell in Deutschland und Oesterreich) verbreitet und bewährt sich in der Praxis allerorts vortrefflich.

85) Bulletin de la Société française. 1856. Bd. 2, S. 79.
86) Abridgements of Specification relating to Photography. II. 1860—1866. S. 149.
87) Ibid. 1867—1876. S. 18.
88) Pogg. Ann. Bd. 134, S. 146. Phot. Mitth. 1868, S. 292 u. 1882. Bd. 18, S. 266.

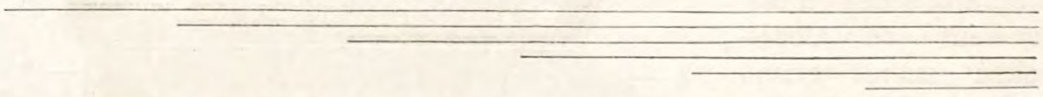
Vogel's Photometer[89]) besteht aus einem Kästchen (Fig. 56), wovon der eine Theil *T* Streifen von chromirtem Steinbach- oder River-Rohpapier[90]) enthält. Dieselben werden über das Hölzchen *h* gelegt und durch die Enden *f* gegen die transparente Scala gedrückt, wenn der Deckel geschlossen ist. Der Theil *D* enthält die auf Glas geklebte Seidenpapierscala und derselbe kann mittelst des Hakens *Z* geschlossen werden. Durch den Holzdeckel *L* kann der Lichtzutritt zur Scala bewerkstelligt oder verhindert werden. Bei der Exposition scheint das Licht durch die Seidenpapierscala hindurch und bräunt den darunterliegenden Streifen. Diese Färbung schreitet von dem dünnen nach dem dicken Ende der Scala hin fort und um so rascher, je stärker das Licht wirkt. Um nun zu erkennen, wie weit die Lichtwirkung nach dem dicken Ende fortgeschritten ist, sind auf die Scala schwarze Zahlen und Zeichen aufgedruckt; diese lassen das Licht nicht durch und werden daher, wenn das Chromatpapier ringsum afficirt ist, hell auf braunem Grunde erscheinen. Oeffnet man nun das Photometer bei Lampenlicht[91]) und beobachtet den Chromatpapierstreifen, so erkennt man die Stelle, bis zu welcher die Lichtwirkung fortgeschritten ist, an der daselbst erschienenen Zahl. Statt des Chromatpapieres können auch in ähnlicher Weise Chlorsilberpapiere Verwendung finden.

Mittlere Copirzeit für Negative mittelst Pigmentverfahren, Grad 14; für dünne Grad 11, für dicke Grad 16 bis 20.

Diese Photometergrade stehen keineswegs im selben Verhältnisse, wie die Thermometergrade; die höheren Grade zeigen ganz andere Lichtintensitäten als die tieferen an.

Nimmt man an, die Stärke des Lichtes werde beim Durchdringen einer einzigen Schicht auf $\frac{1}{n}$ seiner ursprünglichen Intensität reducirt, so wird die Intensität nach Durchdringung der zweiten Schicht $= \frac{1}{n^2}$, nach Durchdringen der dritten, vierten . . . und x^{ten} Schicht $\frac{1}{n^3}$, $\frac{1}{n^4}$, $\frac{1}{n^x}$ der ursprünglichen sein.

Construirt man demnach ein terrassenförmiges Streifensystem nebenstehender Figur:



auf welches Licht von der Intensität $= 1$ fällt, so wird die Lichtintensität unter dem ersten Streifen $= \frac{1}{n}$, unter dem zweiten Streifen $= \frac{1}{n^2}$, unter dem dritten Streifen $= \frac{1}{n^3}$, unter dem vierten Streifen $= \frac{1}{n^4}$, unter dem x^{ten} Steifen $= \frac{1}{n^x}$ sein.

89) S. Vogel's Lehrb. d. Phot. Vogel-Sawyer, Pigment-Verfahren. 1877. Phot. Corresp. 1868. Bd. 5, S. 36, 190.

90) Durch 2 Minuten langes Schwimmen auf doppelt chromsaurer Kalilösung 4 : 100 erzeugt.

91) Chromatpapier ist empfindlicher als Silberpapier und soll deshalb bei Tageslicht nicht nachgesehen werden.

Die Lichtintensitäten unter diesem terrassenförmigen Streifensystem bilden demnach eine geometrische Reihe, in welcher die Schichtenzahlen die Exponenten sind.

Gewöhnliches photographisches Achtkilometerpapier verschluckt beispielsweise in Einer Lage $^4/_5$ des auffallenden Lichtes, demnach geht nur $^1/_5$ durch, durch 2 Lagen $^1/_{25}$, durch 3 Lagen $^1/_{125}$, durch 4 Lagen $^1/_{625}$. Durchsichtiges oder mit Harzen transparent gemachtes Papier gibt allmähligere Uebergänge.

Das Scalenphotometer ist in den höheren Graden unempfindlich. Nach Stefanowski ist es sicherer dreimal bis Grad 18, als einmal bis Grad 23 zu copiren[92]).

Vogel gibt für den Werth der Grade seines Photometers folgende Tabelle:

Grade.	Angezeigte Lichtmenge.	Grade.	Angezeigte Lichtmenge.
1	1,27	16	44,89
2	1,61	17	57,01
4	2,59	18	72,51
6	4,17	19	92,08
8	6,70	20	117,50
10	10,84	21	149,22
11	13,86	22	189,17
12	17,38	23	239,7
13	22,11	24	300,7
14	27,88	25	391,9
15	35,45		

Will man demnach ein Negativ, welches bei gewöhnlichen Bildern mit 13^0 fertig copirt ist, doppelt so lange copiren lassen, d. h. die doppelte Lichtmenge darauf wirken lassen, so copirt man keineswegs $2 \times 13 = 26$, sondern nur bis 16^0.

Um vergleichbare Resultate zwischen den Anzeigen des Photometerpapieres und der Empfindlichkeit des Pigmentpapieres zu erhalten, ist es nothwendig beide auf demselben Chrombad zu sensibilisiren. Darauf wies auch Stefanowski hin[93]). Er zeigte auch, dass ein mit weisser Gelatine überzogenes Papier die Ablesung der gebräunten Ziffern (besonders bei ganz schwachen z. B. $^1/_2$procentigen Lösungen) schärfer, als gewöhnliches Papier, gestatte.

Weisses Filtrirpapier (Löschpapier), anstatt des gewöhnlich empfohlenen photographischen Rohpapieres, zur Herstellung der Chromat-Papierstreifen verwendet, bringt den Vortheil mit sich, dass es im Lichte eine weit intensivere Färbung annimmt und die Zahlen deutlicher erkennen lässt (Weissenborn). Dabei mögen aber Unregelmässigkeiten mit sich gebracht werden, weil das Filtrirpapier in nicht gleichmässiger Dicke vorkommt und deshalb mit dem Chromsalz verschieden stark imprägnirt wird.

E. Bernhardt construirte kurz nach Vogel ein Photometer nach demselben Princip, nur bediente er sich statt des Holzkästchens zwei schmaler, etwa 5 bis 6 Zoll langer Glasstreifen, von denen der eine etwa $1^1/_2$ Zoll vom Ende durchgeschnitten und mit Leder wieder so zusammengeklebt ist,

29) Phot. Corresp. 1877. S. 209.
93) Phot. Corresp. 1877. S. 78 und 207.

dass eine Charniere entsteht. Mit zwei amerikanischen Klammern wird das Ganze an beiden Enden zusammengehalten und bildet einen Copirrahmen en miniature. Auf das nicht entzwei geschnittene Glas klebte er nun die Seidenpapierscala und klemmte innen das sensible Papier ein[94]).

Ganz ähnlich dem Vogel'schen Photometer ist das Sawyer'sche Scalen-Photometer. Es hat dieselbe Scala, wie das Vogel'sche, nur sind die Papierlagen dicker, so dass es erst auf Grad 1 steigt, wenn das Vogel'sche auf 2 steigt; daher ist es weniger empfindlich, als letzteres, was sich namentlich in den höheren Graden bemerkbar macht. Das Sawyer'sche Photometer hat 10 Grade; es enthält nur eine Decke mit Scala, unter die ein Papierstreifen gelegt wird, das Kästchen *T* des Vogel-schen Photometers fehlt[95]).

Bing construirte 1868 nach dem Principe des Vogel'schen Photometers ein ähnliches mit einer Scala von Glimmerschichten, fand aber, dass es nicht hinlänglich sicher sei. Es zeigte sich z. B., dass beim Copiren desselben Negativs, bei gleichen Photometergraden, mit der Art der herrschenden Beleuchtung auch der Charakter der Positive (namentlich was Contraste anbelangt) wechselt[96]).

Oefters wurde die transparente Scala auch aus gefärbten Stoffen erzeugt:

Die „Heliotyp-Company" verwendet für ihr eigenthümliches Lichtdruckverfahren, ein Scalenphotometer aus dünnem gelben Wachstaffet (12 Schichten) und als sensibles Papier Chromgelatine. Mittlere Exposition bis Grad 10[97]).

J. A. Spencer's Actinometer für den Pigmentdruck besteht aus einem Holzkasten von 11 cm Länge, $4^1/_3$ cm Breite und $3^3/_4$ cm Höhe. Der Deckel ist doppelt; d. h. der eigentliche Deckel ist von Holz und hat 12 kleine runde Löcher, in denen successive 1, 2, 3 etc. bis 12 Schichten von roth gefärbten Collodionhäutchen befestigt sind. Ueber diesen ist ein Metalldeckel angebracht. Im Innern des Kästchens befindet sich chromirtes Gelatinepapier. Man exponirt so lange, bis je nach der Dicke der Negative die 4. oder 5. Oeffnung (4 oder 5 rothe Schichten) eine merkliche Färbung des Papiers bewirkt hat[98]). [Dieses Photometer hat zu undurchsichtige Schichten, ist deshalb sehr unempfindlich. Eder.]

Fleury-Hermagis schlug 1876 für photometrische Zwecke ein Prisma von gelbem Glas, getheilt in neun Bande von wachsender Dicke, vor[99]).

Die Erzeugung der Photometerscala von abnehmender Transparenz wurde mehrfach auf photographischem Wege versucht.

Burton[100]) erzeugte eine Scala, indem er Pigmentpapier (mittelst flüssiger Tusche tingirt) verschieden lange belichtete und zwar nahm er für jeden späteren Grad eine so lange Exposition, als die Summe der Exposition für alle vorhergehenden zusammen und der Exposition für Grad 1 (dieser wurde also zweimal summirt) betrug. Die Exposition war somit:

94) Phot. Archiv. 1868. S. 59.
95) Vogel und Sawyer, Das photographische Pigmentverfahren. 1877. S. 13.
96) Bing, On actinometry. 1868. Fortschritte d. Physik. 1868. S. 325.
97) Phot. Archiv. 1876. S. 55; aus Abney's „Instruction in Photography".
98) Phot. Arch. 1870. S. 333; 1871. S. 13 (daselbst Abbildung).
99) Bull. Soc. franç. Phot. Juli, 1876. Phot. Corresp. 1876.
100) S. Johnston's Bericht Phot. News. 1872. S. 604.

für Grad	Exposition	für Grad	Exposition
1	1	6	32
2	2	7	64
3	4	8	218
4	8	9	256
5	16	10	512

Sternfeld exponirte Pigmentpapier im Sonnenlichte durch ruckweises Verschieben von darüber gelegtem Carton im Sonnenlichte je 10 und 10 Secunden, so dass am Schlusse der Operation das Papier in parallelen Streifen 10, 20, 30 etc. Secunden belichtet war[101]). Stefanowski bemerkte mit Recht, dass dieser Vorschlag sehr practisch wäre, wenn nicht die grosse Schwierigkeit mit verschiedenen Präparaten und zu verschiedenen Zeiten gleichartige Scalen auf diesem Wege zu erhalten, die Herstellung gleichartiger Photometer unmöglich machen würde[102]).

Es ist nothwendig zu bemerken, dass ein 2, 3, 4 mal länger als ein anderes belichtetes Pigmentpapier durchaus keine 2, 3, 4 mal undurchsichtigere Schicht gibt (!), dass somit die Scalen von Burton und Sternfeld in keiner regelmässigen Reihenfolge undurchsichtiger werden und dass sie mithin die Regelmässigkeit des Vogel'schen Instrumentes vermissen lassen (vergl. S. 69).

Ein Vorwurf wurde den Scalenphotometern von Abney gemacht[103]), welcher indessen für den Practiker wenig von Belang ist. Er erwähnte nämlich, dass sie die verschiedenen Strahlen in veränderlichen Verhältnissen je nach der Dicke der transparenten Schicht absorbiren, während man doch voraussetzt, dass die relativen Verhältnisse der einzelnen wirksamen Strahlen immer dieselben seien. Nehmen wir z. B. an, dass die Substanz alle actinischen Strahlen absorbirt, ausgenommen drei Strahlen des Spectrums, welche wir α, β, γ nennen wollen und dass eine Schicht $^1/_2$ α, $^1/_3$ β, $^1/_4$ γ passiren lasse und dass die relative actinische Kraft von α, β, γ oder ihr Vermögen Chlorsilber zu schwärzen, im Verhältniss 1 : 2 : 3 stände. Nachdem die Strahlen diese Schicht durchdrungen haben, kann die totale actinische Kraft gemessen werden durch:

$$\frac{1}{2} \times 1 + \frac{1}{3} \times 2 + \frac{1}{4} \times 3 = \frac{23}{12}$$

und nach einer zweiten Schicht:

$$\frac{1}{4} \times 1 + \frac{1}{9} \times 2 + \frac{1}{16} \times 3 = \frac{95}{144}.$$

Man sieht daraus, dass die erhaltenen Zahlen untereinander nicht als geometrische Progression oder etwas ähnliches erscheinen. Abney empfahl als transparentes Medium, welches alle Strahlen des Spectrums gleichmässig absorbirt, ein mit Platinchlorid (0,6 g pro Liter Wasser nebst etwas Salpetersäure) verstärktes Silbernegativ, welches durch Photographie eines in der Mitte sternförmig durchstochenen schwarzen Cartons erhalten wurde. Durch Drehen dieses Bildes wurde ein darunter gelegtes sensibles Papier in Form eines Kreises verschieden intensiv beleuchtet.

101) Phot. Corresp. 1876. S. 126.
102) Phot. Corresp. 1877. S. 207.
103) Phot. News. 1876. No. 909. Bull. Assoc. Belge Phot. Bd. 2, S. 374.

G. Röhrenphotometer.

Taylor[104]) umging die Scala des transparenten Mediums von zunehmender Undurchsichtigkeit und deren Fehler (s. S. 187) durch ein System von cylindrischen Röhren, welche verschiedene Lichtquantitäten durchliessen (vgl. S. 174).

Er nahm ein rechteckiges Holzbrettchen (Fig. 57) von 124 mm Länge, 58 mm Breite und 41 mm Dicke und durchbohrte dasselbe 12 mal, so dass cylindrische Oeffnungen von 20 mm Durchmesser und 40 mm Tiefe entstanden. Diese Bohrungen wurden mit dünnen Metallplatten geschlossen, welche eine verschiedene Anzahl von kleinen Löchern von à 2 mm (für Vogel's Sensitometer à $^3/_4$ mm) trugen und zwar von 3 Löchern aufsteigend, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25 Löcher[105]); bei Vogel's Sensitometer finden sich der Reihe nach 1 bis 24 Löcher vor und beträgt die Distanz der Scala von der empfindlichen Platte 10 cm.

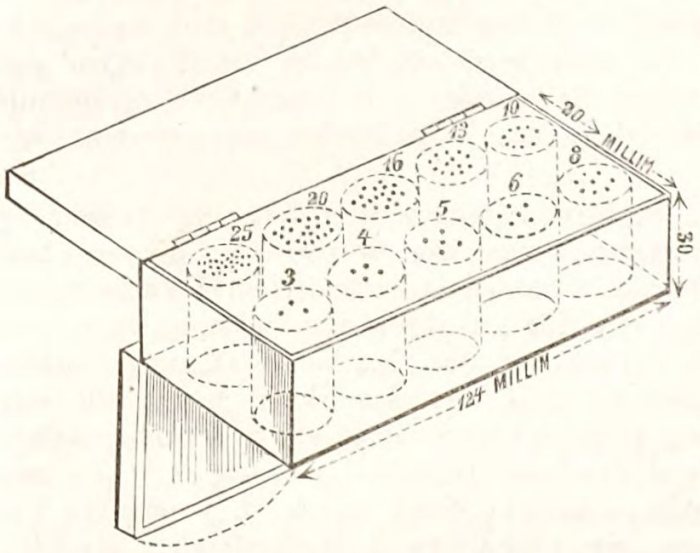


Fig. 57. Taylor's Röhrenphotometer.

Unter diesem Brettchen befand sich ein sensibilisirtes Papier, auf welches das Licht mit einer der Zahl der Bohrungen proportionalen Intensität wirkte. Um die geübte Lichtwirkung sicher zu messen, wurde das gedunkelte Papier mit einer abgestuften Normalscala von Färbungsgraden verglichen. Die Normalscala kann durch Belichten von Chlorsilberpapier an einem klaren Julitage zur Mittagsstunde angefertigt werden.

Einen ähnlichen Weg hatte Roscoë eingeschlagen (s. S. 178).

Im Jahre 1881 kamen Mucklow und Spurge auf das Princip des Taylor'schen Photometers zurück[106]). Ihr Instrument enthält eine Anzahl von Röhren oder Kammern (Fig. 58). Die obere Seite dieser Röhren ist durch eine undurchsichtige Platte verschlossen, in welche Löcher von verschiedenem Durchmesser gebohrt sind, so dass über jedes Röhrenende eine runde Oeffnung kommt (Fig. 58). In der Führung a' und a' (Fig. 59) gleitet ein Schieber (Fig. 60), welcher den Verschluss der Oeffnungen gestattet. An der entgegengesetzten Seite des Kästchens befindet sich eine Platte mit Ziffern, welche die Reihenfolge der Röhren bezeichnen. Zum Gebrauche legt man eine empfindliche Platte mit Ziffern-Eintheilung des Kästchens (Fig. 61) unter, verschliesst es dann, kehrt die mit der durchlöcherten Platte versehene Seite gegen das Licht, öffnet den Schieber und

104) Phot. News. 1869. S. 19. Phot. Mitth. Bd. 5, S. 284 und Bd. 18, S. 267.

105) Taylor zieht diese Construction der Benutzung von Diaphragmen mit je Einer Oeffnung von verschiedenem Durchmesser vor, weil der Einfluss der Diffractionserscheinungen mehr beseitigt ist.

106) The photogr. Journal. 1881. S. 44.

exponirt bestimmte Zeit. Die Lichtintensitäten am Ende der Röhren verhalten sich, wie die Quadrate der Halbmesser der runden Löcher. (Natürlich muss man sich möglichst gegen Reflexe im Innern des Apparates schützen.)

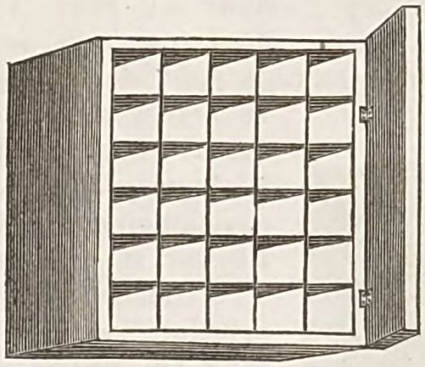


Fig. 58.

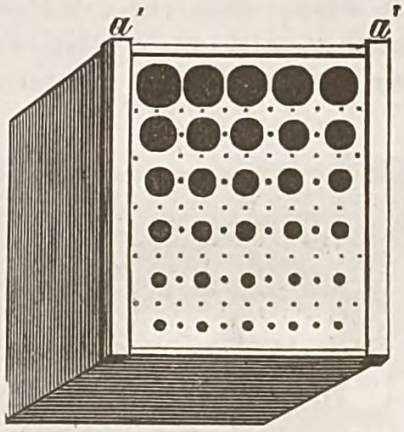


Fig. 59.

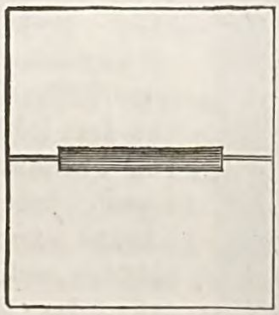


Fig. 60.

1	2	3	4	5
10	9	8	7	6
11	12	13	14	15
20	19	18	17	16
21	22	23	24	25
30	29	28	27	26

Fig. 61.

Photometer von Mucklow und Spurge.

H. W. Vogel bemerkt mit Recht, dass das Röhrenphotometer zur Messung der Expositionszeit zu Copirzwecken, z. B. beim Pigmentverfahren, nicht practisch ist, weil es sich allzu lichtschwach erweist und den grossen Nachtheil hat, dass es nur von dem Theil des Himmels beleuchtet wird, der senkrecht über demselben liegt, während die Copirrahmen, die damit controlirt werden sollen, auch von den tiefer liegenden Theilen des Himmels Licht erhielten. Wohl aber erweist sich das Instrument sehr brauchbar als Sensitometer (s. S. 202).

Bing zog folgendes „Röhren-Photometer“ dem Scalenphotometer vor. Er nahm eine Röhre, welche an einem Ende offen, an dem anderen verschlossen war; der Einblick in's Innere dieser Röhre war durch inactinische gelbe Glaswände gestattet. An der einen inneren Seite befand sich ein Streifen empfindliches gesilbertes Papier. Brachte man nun den Apparat an's Tageslicht, so schwärzte sich zuerst der unmittelbar neben der Oeffnung befindliche Theil des Papieres; weiter in der Tiefe war die Wirkung immer schwächer und schwächer. Neben dem sensiblen Papier befand sich ein Streifen von gefärbtem Normalpapier. Nun wurde z. B. 10 Minuten belichtet; es war in dem einen Falle die Normalfärbung 3 cm von der Oeffnung entfernt erfolgt, bei schwächerem Licht z. B. erst in 2 cm. Durch

das gelbe Glas konnte man jeden Augenblick in den Apparat einsehen und das Uebereinstimmen der Färbungen vergleichen[107]). (Ist nicht so genau, wie Taylor's Apparat.)

H. Combination der vorhergehenden Methoden.

Es wurde auch vorgeschlagen, das Scalenphotometer mit einer Normal-Schwärzungsscala zu combiniren. Dabei ist die Möglichkeit geboten am directen Lichte 10 oder mehrere Normalfärbungsgrade auf Chlorsilberpapier zu erzeugen, dann aber ferner noch ähnliche Färbungsgrade mittelst absichtlich geschwächten Lichtes zu erzielen.

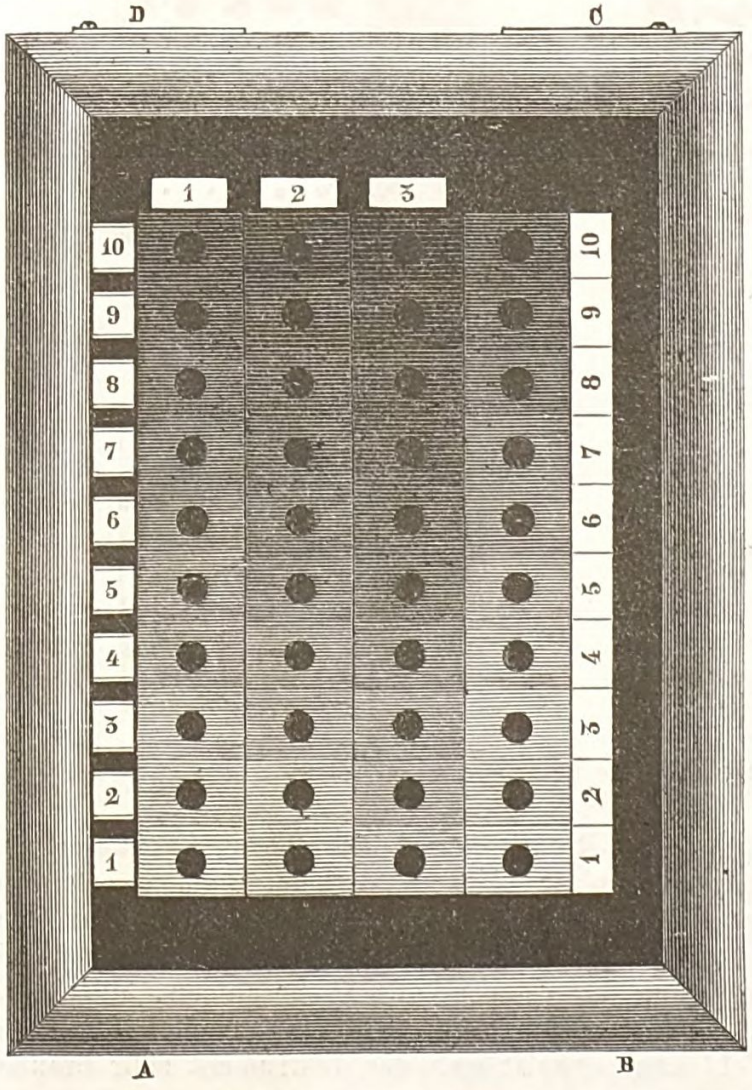


Fig. 62. Vidal's Photometer.

Namentlich Vidal arbeitete in dieser Richtung am weitesten.

Vidal's Photometer (für Pigmentdruck, Vergrösserungen in der Camera etc.) ist in seiner neuesten Form folgendermassen construirt[108]): Es besteht aus drei Reihen (Scalen) von Farbenabstufungen, wovon jede mit einer Anzahl von Glimmerblättern bedeckt ist, derartig, dass der Grad der Durchsichtigkeit einer jeden Glimmerschicht zu der anderen in einem gewissen Zusammenhang steht (s. Fig. 62). Ein gelbes Glas kann zwischen den Rahmen der Büchse (*AB*, *CD*) geschoben werden, so dass es der Reihe nach eine jede der Scalen 1, 2 und 3 bedecken kann, wodurch die Durchlässigkeit der Glimmerschichten für chemische Strahlen vermindert werden kann. Jede der Farbennuancen der drei Reihen hat in der Mitte ein rundes Loch und der gesuchte Grad ist erhalten, wenn ein Stück darunter gelegtes Chlorsilberpapier dieselbe Färbung, wie ein Färbungsgrad der Scala, erhalten hat. — Um die Grade des Vidal'schen Photometers zu bestimmen, wählt man einen hellen Sommertag zwischen 11 und 1 Uhr und exponirt ein Stück Chlorsilberpapier unter dem Photometer in

107) Phot. News. 1868. S. 416 und 422.

108) Vidal, Traité pratique de Photogr. au charbon. 1877. S. 31. Auch Bull. Soc. franç. 1872. S. 232.

der Sonne genau 5 Secunden; die so erhaltene Färbung gibt den Grad 2 der Scala 1 (1/2). Ein neues Papier wird nun 10 Secunden exponirt; dieses gibt Grad 4 (1/4). Man erhält die ganze Scala durch folgende Expositionen:

	Grad		Grad
— Min. 5 Sec.	1/2	3 Min. 30 Sec.	2/2 mit gelbem Glas
— „ 10 „	1/4	4 „ — „	1/4 „ „ „
— „ 15 „	1/6	5 „ — „	1/5 „ „ „
— „ 20 „	1/7	6 „ — „	1/6 „ „ „
— „ 25 „	1/8	7 „ — „	1/7 „ „ „
— „ 30 „	1/9	8 „ — „	3/2 „ „ „
— „ 40 „	1/10	9 „ — „	2/5 „ „ „
— „ 50 „	2/8	10 „ — „	1/8 „ „ „
1 „ — „	3/4	12 „ — „	2/6 „ „ „
1 „ 10 „	3/5	15 „ — „	2/7 „ „ „
1 „ 20 „	3/6	20 „ — „	2/8 „ „ „
1 „ 30 „	3/7	25 „ — „	3/5 „ „ „
1 „ 45 „	3/8	30 „ — „	3/6 „ „ „
2 „ — „	3/9	40 „ — „	3/7 „ „ „
2 „ 15 „	3/9	50 „ — „	2/9 „ „ „
2 „ 30 „	3/10	60 „ — „	3/8 „ „ „
3 „ — „	1/3 mit gelbem Glas		

Es erscheint als eine Vereinfachung dieses Apparates, denselben in einzelne getrennte Theile zu zerlegen, wovon ein jeder einen gewissen Scalentheil vorstellt (s. Fig. 63).

Wenn man mittelst des Photometers Negative copiren will (nach dem Pigmentverfahren) so ermittelt man den Grad, bis zu welchem man exponiren muss und copirt nach diesem alle Abdrücke.

Als empfindliches Papier benützt Vidal haltbares sensibilisirtes Albuminpapier von stets gleicher Darstellungsweise.

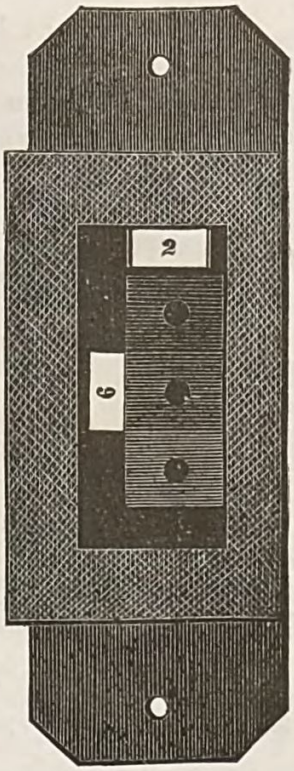


Fig. 63.
Vidal's Photometer.

Um für Copirverfahren mit Chromsalzen mit seinem Photometer ganz genaue Angaben zu bekommen, vergleicht Vidal die Wirkung des Lichtes auf sein Photometer-Silberpapier mit jener auf Chrompapier, welches auf derselben Chromlösung sensibilisirt ist, wie die jeweiligen Pigmentpapiere. Dieses Instrument nennt er „Graduateur des rapports“ (s. Fig. 64). Es besteht aus einem Stück Glas, über welches man, mit Ausnahme eines runden Loches in der Mitte, ein Stück bräunliches Papier geklebt hat, welches eine Farbe besitzt, wie sie beim Exponiren eines weissen, mit Kaliumbichromat gebadeten, Papieres nach 2 Minuten Exposition im zerstreuten Tageslicht erhalten wird. Man exponirt nun zu gleicher Zeit ein Stück Chrompapier[109]) hinter dem „Graduateur“ und Chlorsilberpapier im

109) Man kann auch Papier gelatiniren (mit 15 % Lösung), in der Chromlösung baden und als Vergleichspapier wählen.

Photometer und ermittelt nun, bis zu welchem Grade das Chlorsilberpapier exponirt werden muss, damit zu gleicher Zeit das Chrompapier die Normalfärbung erhält.

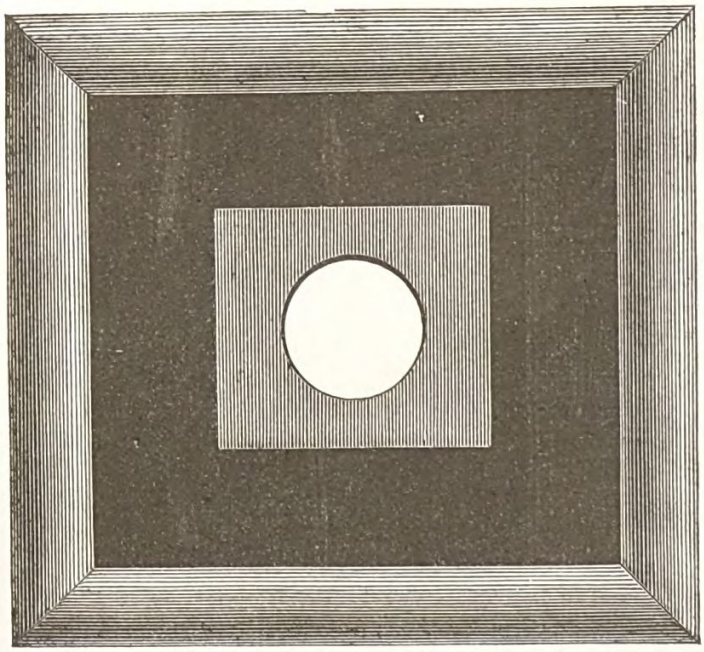


Fig. 64. Vidal's Graduateur.

Nehmen wir an, einmal zeige das Silberpapier im Photometer Grad 3/4 bis das Chrompapier die Normalbräunung annimmt, ein anderes Mal aber (z. B. im Winter, mit schwachen Chrombädern) Grad 3/9, so geht aus der oben gegebenen Tabelle hervor, dass das letztere eine doppelt so lange Exposition braucht. Durch dieses Mittel ist die Möglichkeit geboten, zwischen Chrom- und Silberpapier annähernd vergleichbare Zahlen zu erhalten.

Monckhoven[110]) gab ein Photometer an, welches eine Modification des englischen Photometers ist. Auch er copirt auf eine bestimmte Farbennüance des Chlorsilberpapieres, kann aber den Lichtzutritt zum Papier vermehren oder vermindern und beobachtet, welches Lichtquantum nothwendig ist, diesen Effect zu erzielen.

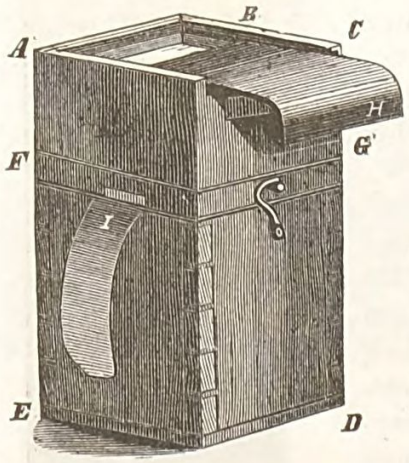


Fig. 65. Monckhoven's Photometer.

Eine Büchse von Holz (s. Fig. 65) FGE von ungefähr 8 cm im Quadrat ist mit einem Deckel GF versehen, in welchem ein viereckiges Stückchen Glas eingefügt ist; dieses ist innen mit einem schwarzen Papier beklebt, in dessen Mitte man eine kleine Oeffnung von 5 mm $\times$ 1 cm ausschneidet. In der Büchse befindet sich eine sensibilisirte Papierrolle von 1 cm Breite und 50 cm Länge. Das Ende dieser Rolle wird nun durch eine kleine Oeffnung, die von aussen an der Büchse angebracht ist, herausgezogen und durch ein auf ein Stückchen Holz geklebtes Stückchen Sammet gegen das Glas des Deckels festgedrückt. Wenn man nun das Ende der Rolle J weiter herauszieht, verschiebt man die vom Lichte gefärbte Stelle. Das Photometer ist bis dahin dem englischen Photometer (s. S. 179) identisch, nur dass es kein angestrichenes Glas hat. Auf diese Büchse jedoch setzt man die zweite AG, welche man leicht wegheben kann. Diese zweite Büchse ist oben mit einem matten Glase versehen, über welches ein Messingdeckel H geschoben wird, der den Apparat schliesst. Man theilt die obere Partie der zweiten Büchse in zehn Theile, so dass man den

110) Monckhoven, Pract. Behandlung der Kohlenphotographie. 1876. S. 36.

Messingdeckel immer an bestimmte Punkte schieben kann. Schieben wir z. B. den Deckel auf Nr. 5, dies wäre mit der Hälfte der Oeffnung des matten Glases übereinstimmend. Indem man nun das Photometer dem Lichte aussetzt, erhält man einen Ton, welcher beinahe dem gleichkommt, welchen man braucht, um ein mittleres Negativ auf Kohlepapier zu copiren; es ist klar, dass, wenn man ein mehr härteres Negativ hat, man nur den Messingdeckel etwas mehr schliessen darf, oder aber, wenn man ein weicheres Negativ zu machen hat, man den Deckel etwas mehr aufzieht.

Das empfindliche Papier macht Monckhoven mittelst Papier Saxe oder Rives (nicht präparirt) und taucht es durch 2 Minuten in eine Lösung von 100 g Meersalz in 2 Liter Wasser. Nach dem Trocknen sensibilisirt er in einer Lösung von 100 g Silbernitrat in so viel Wasser, dass die Lösung 2 Liter ausmacht. Die Blätter werden in ein grosses Becken mit frischem Wasser gelegt, um das überschüssige Silbernitrat zu entfernen, dann getrocknet und in Streifen von 1 cm auf 57 cm Länge geschnitten. Dies Papier hält sich wunderbar weiss, ist aber zu wenig empfindlich; man legt deshalb in das Photometer ein erbsengrosses Stück kohlensaures Ammon (durch mehr würde das Papier vergilben) eingewickelt in ein Stückchen Josephspapier; dasselbe wird bei jedem Bande erneuert, da es verdunstet und dann weniger wirkt. Wenn man das Band erneuert, so ist es gut, es am Abend zu thun und auch gleich das kohlensaure Ammoniak hinein zu thun, damit das Silberpapier Zeit hat, sich damit zu sättigen.

IX. Das Phosphorescenz-Photometer.

Warnerke[111]) versuchte phosphorescirende Substanzen zur Photometrie zu verwenden. Er schloss phosphorescirende Farbe (Schwefelcalcium) zwischen zwei Glasplatten ein und exponirte diese in einer verschliessbaren Büchse durch einige Secunden dem Lichte; die bestrahlte Stelle wird leuchtend und zwar um so mehr, je intensiver das einwirkende Licht war. Nun wird die Helligkeit der phosphorescirenden Fläche durch eine Schicht von steigender Undurchsichtigkeit (nach Art der Scalenphotometer) mittelst einer Lupe gemessen. Die Intensität der phosphorescirenden Fläche nimmt nach der Bestrahlung rasch ab; man liest deshalb nach einer bestimmten Zeit (z. B. 30 bis 60 Secunden) ab. Das Phosphorescenz-Photometer gibt die Intensität der actinischen Strahlen ganz gut an; es ist empfindlicher als irgend eines (s. Fig. 66 bis 69).

Warnerke gab dem Instrument folgende Einrichtung: A ist eine kreisförmige Scheibe von $2^1/_2$ Zoll Durchmesser, auf welcher die phosphorescirende Substanz zwischen zwei Glasplatten hermetisch eingeschlossen und auf einem hölzernen Träger befestigt ist. Das Messingrohr B mit der Scheidewand C wird über die Scheibe A gestellt und ist durch kleine Schrauben und eine entsprechende Vertiefung in dem Holztheile der Scheibe C in der Weise befestigt, dass es gedreht werden kann. Die Scheidewand C hat eine kreisförmige Oeffnung von $^1/_2$ Zoll Durchmesser. An dem Rohre B ist ein Deckel D befestigt, der ein kleines Vergrösserungsglas oder Telescop E trägt, ferner ein Zeiger G. Die Scheidewand C ist so eingerichtet, dass nur ein kleiner Theil der phosphorescirenden Substanz bei jeder Beobachtung dem Lichte ausgesetzt wird. Der Zeiger G, welcher bei einer auf dem

111) Phot. News. 1880. S. 63. Phot. Corresp. 1880. S. 31.

Rande der Scheibe A angebrachten Zahl steht, zeigt, welcher Theil der Scheibe erregt wurde. Das Messingrohr H ist im Innern des Rohres B eingepasst und hat einen Boden J, der aus zwei Scheiben von dünnem Glas hergestellt ist, zwischen welche eine durchscheinende Substanz in solcher Weise vertheilt wird, dass der Beobachter mit Hilfe des durchgelassenen Lichtes, welches durch eine Serie von kreisförmigen Scheiben von wachsender Undurchsichtigkeit tritt, eine helle Zahl in der Mitte eines dunklen Grundes sieht. Es sind 10 solche, mit Zahlen versehene Scheiben angebracht, L und K tragen keine Zahlen. L ist mit einer Substanz von grüner Farbe geschlossen, K ist vollkommen durchsichtig und farblos. Fig. 66 stellt das vollständige Actinometer vor.

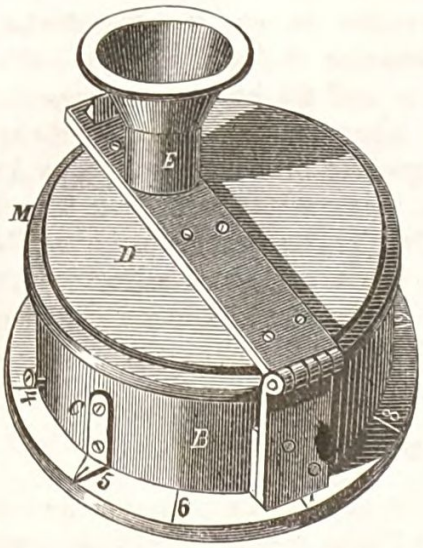


Fig. 66.

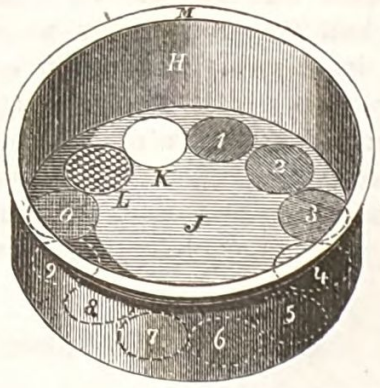


Fig. 67.

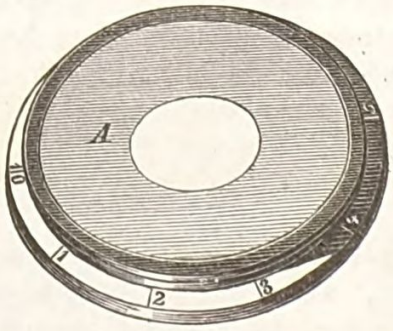


Fig. 68.

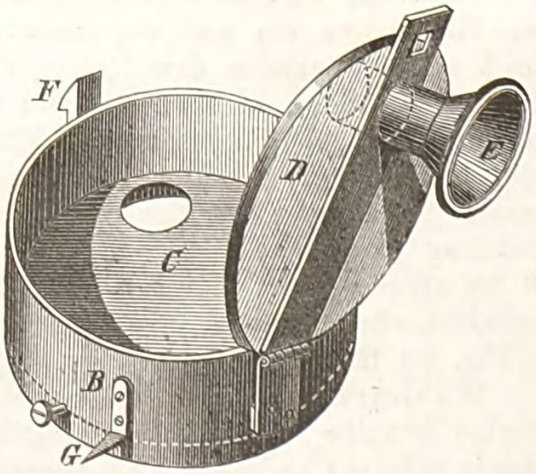


Fig. 69.

Warnerke's Phosphorescenz-Actinometer.

Beim Gebrauche wird die Feder F gedrückt und der Deckel D geöffnet. Das Rohr H, welches leicht mit Hilfe des hervorstehenden Randes M gedreht werden kann, wird so gestellt, dass der kreisförmige Ausschnitt K genau über die Oeffnung in der Scheidewand C zu stehen kommt. Das Licht kann nunmehr frei auf die phosphorescirende Substanz einwirken. Nach der Exposition wird der Deckel D geschlossen, der Trichter E des Fernrohres so weit als möglich dem Auge genähert und mittelst des hervorstehenden Ringes M das Rohr H gedreht; die aufeinanderfolgenden Num-

mern werden durch das Fernrohr wahrgenommen werden, jedoch mit stets abnehmender Intensität, bis zuletzt eine Nummer erreicht wird, die nicht mehr wahrgenommen werden kann. Die zuletzt wahrgenommene Nummer gibt selbstverständlich die Intensität des Lichtes an. Soll die nächste Beobachtung angestellt werden, so ist mit Rücksicht auf die mögliche Fortdauer des Leuchtens an der früher verwendeten Stelle vorzuziehen, einen anderen Theil der Fläche zu verwenden und zu diesem Ende wird die Holzscheibe so lange gedreht, bis der Zeiger *G* bei der nächsten an derselben angebrachten Nummer steht. Zehn Expositionen können in der angedeuteten Weise nach einander stattfinden. Wenn jedoch die Beobachtungen so rasch auf einander folgen, dass nach der letzten Exposition die zuerst exponirte Stelle der Scheibe noch leuchtet, so kann man zum Process des Auslöschens seine Zuflucht nehmen, indem man durch die Oeffnung *L*, welche mit rothem oder grünem Glas bedeckt ist, das Licht einwirken lässt.

Das Phosphorescenz-Photometer fand trotz seiner sinnreichen Ausführung keinen Eingang in die Praxis. Zum Theil ist die Schwierigkeit, sich gleichmässig phosphorescirende Substanzen zu verschaffen, die Ursache davon. (Vergl. S. 143 und 148.)

X. Das Radiometer.

Das Radiometer (Lichtmühle) von Crookes, bei welchem ein leichtes Kreuz in einer luftleeren Glaskugel durch die Lichtstrahlen windmühlenartig bewegt wird[112]), ist mehr Thermometer als Photometer. Es ist deshalb als photographisches Actinometer zur Bestimmung der Expositionszeit unbrauchbar, wie Seifert in einer ausführlichen Abhandlung zeigte[113]), trotzdem es von Vidal[114]) und in veränderter Form von Zöllner, welcher sich auf einige Versuche des Photographen Naumann stützte, als Photometer im Atelier empfohlen wurde[115]). Auf das Radiometer wirken insbesondere die rothen und gelben, dagegen wenig die photographisch wirksamen Strahlen.

XI. Electrische Photometer.

A) W. Siemens[116]) hat auf die Abhängigkeit des Widerstandes des Selen vom Lichte die Construction eines electrischen Photometers begründet, nachdem es ihm gelungen war[117]), durch lange Erhitzung des amorphen Selen bis nahe zu seinem Schmelzpunkt (auf 210° C.) oder durch Auskrystallisirenlassen aus der langsam abgekühlten geschmolzenen Masse, eine Modification desselben darzustellen, welche besser leitet als gewöhnliches Selen, weit mehr vom Licht beeinflusst, von Wärmestrahlen nicht wesentlich afficirt wird und seine Eigenschaften ziemlich constant beibehält. Ausserdem nimmt die Leitungsfähigkeit dieser Modification mit steigender Temperatur ab. Die Lichtintensitäten werden durch dieses Instrument unabhängig von der Farbe galvanometrisch bestimmt.

112) Beschreibung und Abbildung s. Stein, Das Licht. 1877. S. 25.
113) Phot. Corresp. 1879. S. 60.
114) Traité pratique de Photogr. au Charbon. 1877. S. 38.
115) Zöllners „Scalen-Photometer", beschrieben in einem Nachtrage zum 3. Bande seiner „Wissenschaftlichen Abhandlungen" 1879. S. Eder's kurze Beschreibung und Kritik des Apparates, Phot. Corresp. 1879. S. 16.
116) Dingler 217, 61. Jahr. Chem. 1875. S. 112.
117) Poggend. Ann. 156, S. 334.

Der Leitungswiderstand des Selen für Electricität wird am meisten nach Adams im grünlichgelben Lichte vermindert; die sogenannten „chemischen Strahlen", Violett und Ultraviolett, sowie die dunklen Wärmestrahlen sind von geringem Einfluss. Während die gewöhnliche Flamme des Bunsenschen Brenners nur eine sehr geringe Veränderung bewirkt, vermindert sie, durch Schliessen der Luftlöcher leuchtend gemacht, den Widerstand um $^1/_4$; selbst eine gewöhnliche Wachsstockflamme von nur $^1/_{40}$ der Lichtstärke der vorigen verminderte den Widerstand um $^1/_8$; volles Mondlicht um etwa $^1/_{40}$ [118]).

Da es jetzt vollständig nachgewiesen ist, dass die Hauptwirkung des Lichtes auf das Leitungsvermögen nicht im brechbareren, sondern im rothen Theil des Spectrums liegt (nach Sale im Roth [119]), nach Adams im Grüngelb) und Blau, Violett und Ultraviolett fast gar nicht wirken, so ist Selen als photographisches Photometer ziemlich werthlos [120]).

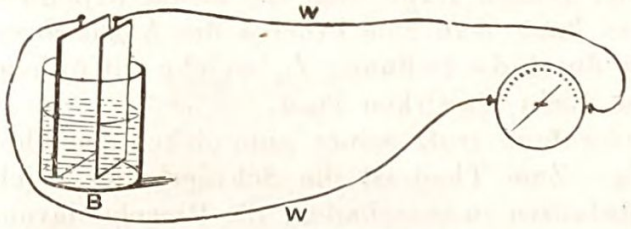


Fig. 70.
Apparat zur Nachweisung photo-electrischer Ströme.

B) Becquerel's electrochemisches Actinometer beruht auf einem ganz anderen Princip. Becquerel schloss, jede chemische Action zwischen zwei Körpern erregt einen electrischen Strom, das Licht übt eine chemische Wirkung, somit kann es Anlass zur Entstehung eines Stromes geben. Er fand in der That, dass, wenn von zwei in einer Flüssigkeit befindlichen Chlorsilberplatten (Fig. 70 B.) die eine belichtet wird, zwischen beiden ein electrischer Strom circulirt, welcher die Magnetnadel eines Galvanometers ablenkt.

Seinem Actinometer gab er folgende Form (Fig. 71). Ein rechteckiges Glasgefäss ist in eine lichtdichte Büchse MM' eingeschlossen, welche an der Seite MN geöffnet werden und dadurch dem Lichte Zutritt gestattet werden kann. Dies Glas enthält verdünnte zweiprocentige Schwefelsäure, worin sich zwei Silberplatten AB befinden, welche durch Eintauchen in Kupferchlorid oder Aussetzen den Chlordämpfen etc. mit einer dünnen Schicht Chlorsilber überzogen und dann auf 150 bis 200 Grad erhitzt wurden [121]).

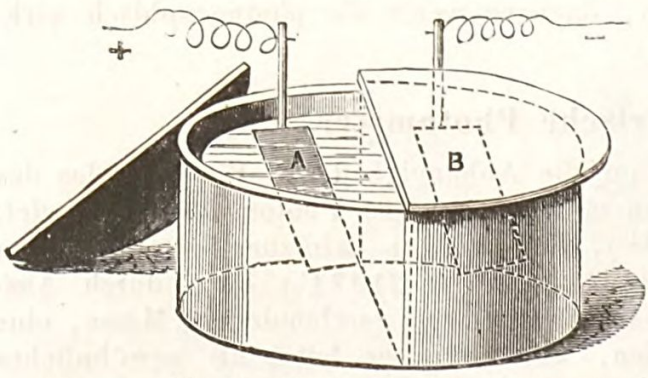


Fig. 71. Electro-chemisches Photometer.

Schaltet man nun zwischen beiden Platten ein Galvanometer ein und lässt Licht auf die eine der Platten fallen, so bemerkt man sofort eine Abweichung der Galvanometer-Magnetnadel, welche um so stärker ist, je intensiver das Licht war. Besonders stark wirkt grüngelbes Licht; die Wirkung auf das electrische Chlorsilber-Photometer läuft fast derjenigen auf das Auge parallel, ist also nicht zu photographischen Zwecken brauchbar.

118) Adams, London. R. Soc. Proc. 23, 535. Jahrb. Chem. 1875. S. 112.
119) Proc. Roy. Soc. 1873. Bd. 21, S. 283. Poggend. Ann. Bd. 150, S. 333.
120) Phot. News. 1881. S. 219. Phot. Wochenbl. 1881. S. 177.
121) Dadurch erreichte Becquerel grössere Empfindlichkeit für Gelb.

Auch Brom- und Jodsilber verhält sich ähnlich; Bromsilber ist sogar empfindlicher als Jodsilber[122]). Jodsilber wird stark vom Blau afficirt.

Das Electro-Actinometer von Becquerel wurde von Egoroff neuerdings studirt[123]) und gefunden, dass dieser Apparat als Photometer wirkt, wenn man zwischen ihm und der Lichtquelle ein die ultravioletten und ultrarothen Strahlen absorbirendes Medium setzt. Er bestimmte auch die electromotorische Kraft des Actinometers in absolutem Masse vermittelst des Lippmann'schen Electrometers. Es ergab sich z. B., dass das directe Licht der November-Mittagssonne, durch einen Spalt von 30 mm auf ein Actinometer mit jodirten Silberplatten fallend, eine electromotorische Kraft von $^1/_{15}$ Daniell erzeugt. Eine Petroleumlampe auf 20 cm Entfernung erzeugt nur 0,004 Daniell[124]).

XII. Bestimmung der Expositionszeit in der Camera mittelst Photometer.

Um die Exposition in der Camera, namentlich bei Landschaftsaufnahmen, zu bestimmen, schlug man zwei Wege vor. Entweder exponirte man irgend ein Photometer im offenen Tageslicht, bestimmte daraus die herrschende Lichtintensität und richtete danach die Exposition ein — ein sehr mangelhaftes Verfahren, weil die Beleuchtung des Aufnahmeobjectes selbstverständlich eine ganz andere als die des Standpunktes beim Apparat sein kann. Oder man brachte ein Photometer hinter die matte Scheibe und schätzte die Lichtkraft des Bildes ab, wofür aber die Methoden nicht genug ausgemittelt sind.

Den ersten Weg schlug z. B. Ellerbeck[125]) ein, indem er das Büchsenphotometer benutzte; ebenso Monckhoven mit seinem Uranphotometer, Heeren mit einem Stückchen Chlorsilberpapier, welches er an die Camera heftete und die Schnelligkeit der Färbung beobachtete.

Boisen exponirte Chlorbromsilberpapier in einer Cassette mit verschiebbarem Deckel (Fig. 72), welche am Rande zwei mit der Normalfarbe bestrichene Streifen besitzt. Braucht z. B. das Papier um sich zu färben 120 Secunden, die Collodionplatte in der Camera 30 Secunden Exposition, um ein Bild zu geben, so ist dies Verhältniss zwischen Potometeranzeige und Exposition ermittelt[126]).

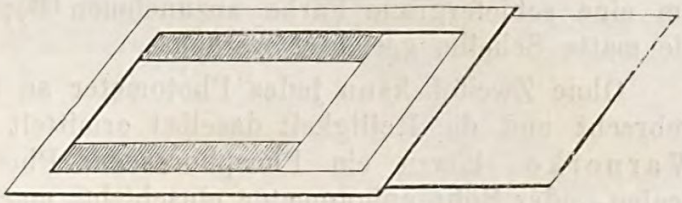


Fig. 72. Boisen's Photometer.

122) Die ersten Angaben über diese Erscheinungen machte Becquerel 1839 und 1840. Spätere Angabe und Zusammenstellung der Resultate s. Becquerel's Lumière. 1868 Bd. 2, S. 121.

123) Auch Dewar untersuchte die Wirkung des Lichtes auf die Entstehung photo-electrischer Ströme unter Benutzung verschiedener Lösungen im Becquerelschen Apparat und fand unter Anderem z. B. das Ferrocyankalium, weinsaures Uran, eine Mischung von seleniger und schwefliger Säure in Gegenwart von Salzsäure besonders wirksam. (Procedings of Royal Soc. Bd. 27, S. 187. Naturforscher 1878. Bd. 11, S. 454.)

124) Journ. de Phys. 5, 283. Beibl. Annal. Phys. Chem. 1879. S. 288.

125) Phot. News. 1877. S. 473.

126) Phot. News. Bd. 3, S. 402. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 90. Das Papier erzeugte Boisen durch Salzen des Papieres mit 7,5 Bromkalium, 7,5 Chlornatrium und 480 Wasser; nach dem Trocknen wurde sensibilisirt in 20 Silbernitrat, 1,5 Citronensäure, 480 Wasser.

Léon Vidal (1862) und Malval (1863) construirten gleichfalls Potometer, welche sich auf die Schätzung der Färbung von Chlorsilberpapier im diffusen Tageslicht stützen. Diese Apparate beanspruchen keine grosse Genauigkeit, sondern sollen nur eine Schätzung der Expositionszeit ermöglichen.

Vidal gab später 1865 ein Werk „Calcul des temps de pose, ou tables photométriques portatives" heraus, welches hauptsächlich für Ermittlung der Expositionszeit in der Camera bestimmt war. Er exponirte Chlorsilberpapier im diffusen Tageslicht durch eine Minute und bestimmte dann den erhaltenen Färbungsgrad. Nach diesem wurde aus umfangreichen Tabellen (welche etwa 48000 Zahlen enthalten) die Exposition ermittelt[127]). Die spätere Form seines Instrumentes wurde im Vorhergehenden (S. 190) beschrieben.

Ritschié's[128]) photometrisches Princip für die Messung kurzer Expositionszeiten besteht darin, dass er auf einem Streifen empfindlichen Papieres[129]) der Länge nach einen Strich mit einer dem gedunkelten Papier identischen Farbe macht und nun ein Stück dieses Streifens an's Tageslicht legt, bis der Strich nicht mehr zu unterscheiden ist. Die Anzahl der Secunden, die bis zu diesem Punkte nöthig ist, gestattet das Mass der chemischen Intensität des jeweiligen Tageslichtes.

Der richtigere Weg ist ohne Zweifel, die jeweilige Helligkeit des Bildes in der Camera zu prüfen. Dies that schon Soleil 1840 zur Bestimmung der Expositionszeit für Daguerreotypplatten.

Soleil's Röhrenphotometer bestand in folgendem Apparate. Er schwärzte die innere Wand einer messingenen Röhre von 40 Millimeter Länge und 25 Millimeter Durchmesser und verschloss sie an dem einen Ende auf einer beweglichen Platte, vor der er ein Kartenblatt einschob. Auf dieses Kartenblatt, welches vorher mit Gummi oder Dextrin überzogen worden war, trug er mit einer Spatel eine dünne Schicht feuchtes Chlorsilber auf. Die auf diese Weise zubereitete Röhre kehrte er gegen das Object, dessen Bild er daguerreotypiren wollte und zählte, wie lange Zeit das Chlorsilber braucht, um eine schiefergraue Farbe anzunehmen[130]); die Röhre kann auch gegen die matte Scheibe gerichtet werden.

Ohne Zweifel kann jedes Photometer an Stelle der matten Scheibe angebracht und die Helligkeit daselbst ermittelt werden. Ob man nun, wie Warnerke, hierzu ein Phosphorescenz-Photometer benutzt[131]) oder ein Scalen- oder Röhrenphotometer einschiebt, macht keinen wesentlichen Unterschied. Man beachte aber die Schwierigkeit, welche sich bietet, dass das Bild in den seltensten Fällen gleichmässig hell ist und es demnach nicht gleichgiltig ist, an welchem Punkte das Photometer sich befindet; ferner ist es theoretisch nicht zu vergessen, dass z. B. ein Chlorsilber-Photometer kein absolut genaues Mass für Bromsilbergelatine bietet, wenn auch die Differenz practisch zu vernachlässigen sein dürfte.

Papiere mit Bromsilber- oder Chlorsilbergelatine überzogen und in Roll-Cassetten in der Camera hinter einem Scalenphotometer exponirt, dann

127) Phot. Archiv. 1865. S. 283.
128) Bull. d. l. Soc. franç. 1876. No. 7. Bull. Assoc. Belge. Bd. 3, S. 87. 126.
129) Hergestellt durch Waschen von gesilbertem Albuminpapier mit Wasser, dann mit schwach salzsäurehaltigem Wasser und schliesslich Baden in Gallussäure-Lösung (1 : 100).
130) Comptes rendus. 1840. I, No. 21. Dingler, Polyt. Journ. Bd. 77, S. 160.
131) Phot. News. 1880. S. 289.

mit Eisenoxalat oder Citrat etc. entwickelt, dürften photometrisch gut verwerthbar sein[132]).

Es wurde auch vorgeschlagen über der Camera (besonders für Landschaftsphotographie) eine zweite kleine Camera, welche nur zur Aufnahme des Photometers dient, anzubringen[133]).

XIII. Photometer zur Bestimmung der richtigen Exposition beim Copiren.

Das Bedürfniss, die Expositionszeit im positiven Copirprocess zu bestimmen, machte sich erst geltend, als man sich dabei solcher photographischer Papiere bediente, welche nicht durch die blosse Besichtigung erkennen liessen, ob sie genügend lange dem Lichte ausgesetzt waren.

So lange der positive Silbercopirprocess ausschliesslich herrschte, war nach practischen Photometern keine Frage. Erst als das Pigmentverfahren, der Lichtdruck und ähnliche Methoden Eingang in der Praxis fanden, wurde die Aufmerksamkeit auf solche Apparate gelenkt.

In Deutschland und Oesterreich wird fast ausschliesslich das Vogel'sche Scalen-Photometer (s. S. 183) verwendet. Auch in anderen Orten haben die Scalen-Photometer die weiteste Verbreitung gefunden und ausserdem werden noch solche Photometer verwendet, welche man summarisch „Büchsen-Photometer" nennt und die S. 179 ausführlich beschrieben wurden.

XIV. Sensitometer. Apparate zur Ermittelung der relativen Empfindlichkeit photographischer Präparate.

Die Apparate zur Prüfung der relativen Empfindlichkeit photographischer Präparate (sog. Sensitometer, Empfindlichkeitsmesser) sind den Actinometern nachgebildet.

Exponirt man z. B. unter einem Vogel'schen Scalenphotometer zweierlei photographische Papiere gleich lang, so wird dasjenige das empfindlichere sein, auf welchem ein höherer Grad copirte.

Claudet beschrieb 1848 sein „Photographometer", ein eigenes Instrument zum Messen der Intensität der chemischen Wirkung der Lichtstrahlen auf alle photographische Präparate und zum Vergleichen der Empfindlichkeit dieser Präparate[134]).

Er brachte die zu prüfende Daguerreotypplatte unter eine dünne Metallplatte, die mit kreisförmigen Löchern versehen war (*F* in Fig. 73 und 74).

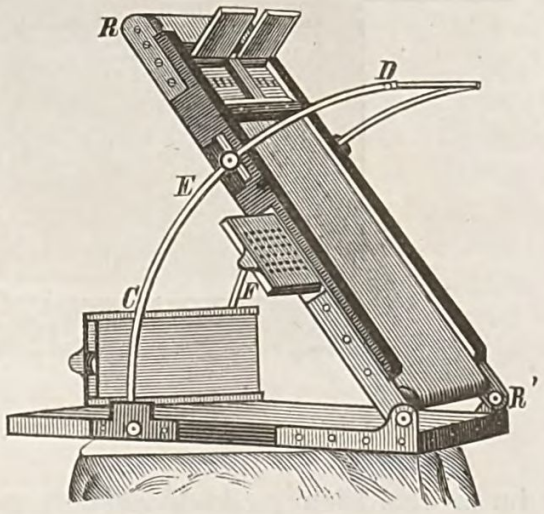


Fig. 73. Claudet's Photographometer.

132) Um sehr kurze Expositionszeiten photometrisch zu bestimmen, kann man die Entwicklung von Bromsilberpapier etc. gleich in der Camera (nach Art des Heliopictors, s. diesen) vornehmen.

133) C. P. in Brit. Journ. of Phot. 1877. S. 580.

134) Philosoph. Magaz. 1848. S. 329. Dingler, Polytechn. Journ. Bd. 111, S. 42.

Ueber die durchlöcherte Platte ging rasch aber gleichmässig eine Metallplatte AB, welche mit Oeffnungen von verschiedener Länge, die eine geometrische Progression befolgen, versehen ist. Während des Vorübergleitens wird die empfindliche Fläche vom Lichte an allen Stellen getroffen, welche die runden Löcher ausgesetzt lassen. Je länger die Spaltöffnungen der oberen Platte sind, desto länger wirkt das Licht auf die empfindliche Platte ein. Die Geschwindigkeit des Falles kann vergrössert oder vermindert werden, je nachdem man den ganzen Apparat mehr oder weniger stark neigt; denselben Zweck kann man auch durch Veränderung der Fallhöhe oder des Gewichtes der beweglichen Platte erreichen. Die Oeffnungen der beweglichen Platte sind parallel und sieben an der Zahl. Die erste misst 1 mm, die zweite 2, die dritte 4, die vierte 8, die fünfte 16, die sechste 32 und die siebente 64 mm. Es ist daher jede halb so gross als die folgende, und zweimal so gross als die vorhergehende.

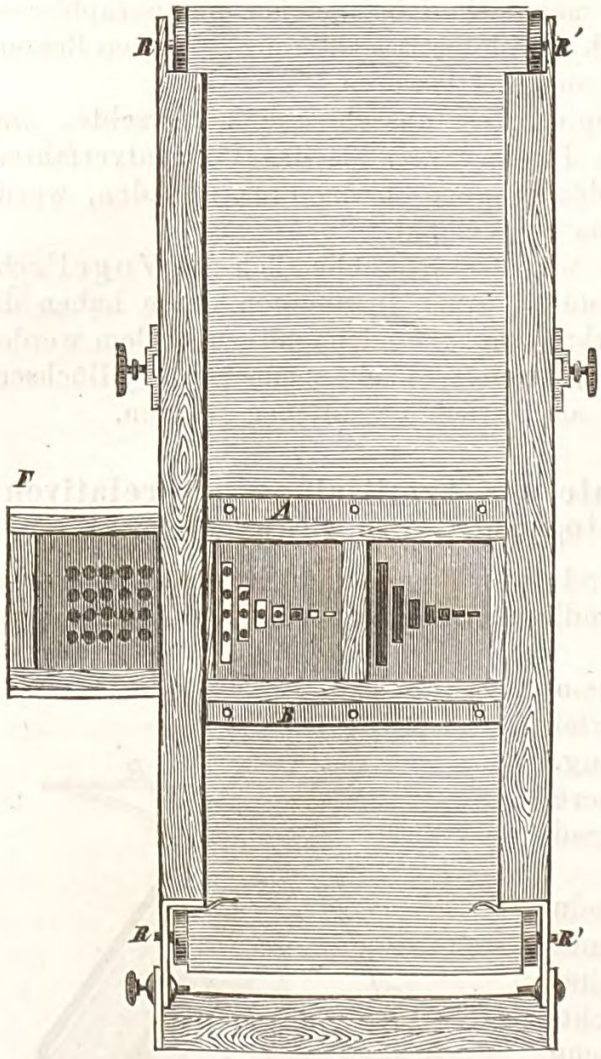


Fig. 74. Claudet's Photographometer.

Man hat folglich nach der Operation sieben besondere Bilder, deren verschiedene Intensitäten die Einwirkung des Lichtes während Zeitabschnitten in der geometrischen Progression $= 1 : 2 : 4 : 8 : 16 : 32 : 64$ darstellen. Diese Anzahl ist zu den Beobachtungen im allgemeinen vollkommen hinreichend; die Effecte können durch zwei-, dreimaliges oder öfteres Fallenlassen der Platte vervielfältigt werden.

Zwei neben einander angebrachte derartige Vorrichtungen gestatteten die gleichzeitige Prüfung verschiedenartiger Platten.

Janssen wendete 1881 ein ähnliches Princip an: Wenn man in eine Cassette eine photographische Platte legt, sie gleichmässig durch eine Lichtquelle beleuchtet und einen senkrechten Spalt mit grosser Geschwindigkeit durch Federdruck oder mit geringerer durch ein Uhrwerk davor in horizontaler Richtung vorüber gleiten lässt, so wird beim Hervorrufen die ganze Platte gleichmässig gefärbt erscheinen, wenn der Spalt oblong war; hatte er aber die Form eines Dreiecks, so wird die Platte ganz allmählig vom dunkelsten bis zum hellsten Ton und in Weiss übergehen und zwar wird die Dunkelheit um so intensiver sein, je grösser die Basis des Dreiecks war. — Man kann nun sogleich constatiren, dass die Wirkung des Lichtes nicht genau proportional der Intensität wächst; denn wenn man zwei mit dem

selben Dreieck gemachte Platten entgegengesetzt übereinanderlegt, erhält man nicht eine gleichmässige dunkle Schicht, d. h. sie ist in der Mitte intensiver, d. h. die Intensität nimmt langsamer zu, als die Intensität des Lichtes selbst. Um die Empfindlichkeit zweier photographischer Platten zu vergleichen, hat man nur nöthig, sie nacheinander mit demselben Dreieck zu belichten; die Punkte gleicher photographischer Wirkung werden dann gesucht und bestimmt, wie breit an dieser Stelle das Dreieck war[135]).

Brice suchte mittelst einer Art Scalenphotometer die Empfindlichkeit der photographischen Präparate zu erproben, indem er in der Camera das Bild irgend eines Gegenstandes aufnahm, aber hierbei unmittelbar vor die sensibilisirte Platte ein Scalenphotometer brachte. Dasselbe bestand darin, dass eine Glasplatte mit ringförmig concentrischen, allmählig gegen den Rand zu undurchsichtiger werdenden transparenten Medien belegt war, in der Mitte aber eine runde Oeffnung unbedeckt blieb. Das erzeugte Negativ wurde gegen den Rand zu immer schwächer oder verschwand ganz; je empfindlicher nun das photographische Präparat, desto weiter gegen den Rand hinaus erschien das Bild. Brice nahm im August 1876 sogar hierauf ein Patent[136]).

Wortley beschrieb 1876 einen Apparat zur Erprobung der Empfindlichkeit von Platten[137]). Er benutzte verschieden dichte Schichten von Papier (16 an der Zahl), hinter welchen er die Platten bei Gaslicht exponirte.

Warnerke griff später (1880) dieselbe Idee auf und nannte den Apparat zur Erprobung der Empfindlichkeit „Sensitometer", welcher allgemein gebräuchlich wurde.

Warnerke's Sensitometer[138]) besteht aus einer Glasplatte, welche schachbrettartig in 16 nummerirte Felder getheilt sei. Diese Felder sind dann mit 1, 2, 3 etc. bis 16 Lagen Seidenpapier oder mit halbdurchsichtigen Gelatinehäutchen beklebt, ähnlich dem Vogel'schen Photometer (S. 183). Jedes Feld trägt eine Nummer, welches die Zahl der Lagen ausdrückt und repräsentirt so verschiedene Grade der Durchsichtigkeit. Deckt man dieses Photometer auf eine empfindliche Platte und setzt es eine bestimmte Zeit dem Lichte aus, so schreitet die Lichtwirkung unter den halbdurchsichtigen nummerirten Lagen um so weiter vor, je empfindlicher die Platte ist. Deckt man das Sensitometer bei gleichmässigem Lichte auf verschiedene Stellen einer grossen Platte nach einander und belichtet verschieden lang (z. B. 1, 2, 3, 4 bis 10 Secunden) und entwickelt, so kann man bestimmen, welche Expositionszeit zum Erscheinen der verschiedenen Zahlen bei einem gewissen Licht nöthig ist[139]). Benöthigt man z. B. bei Warnerke's Instrument zum Erscheinen der Zahl 2 zehn Secunden, so braucht man zum Erscheinen von 4 zwölf, von 7 siebzehn, zum Erscheinen von 10 dreissig Secunden etc. Exponirt man nun zwei verschiedene Platten unter dem Instrumente gleich

135) Moniteur de la Phot. 1881. S. 91. Phot. Wochenbl. 1881. S. 211.

136) Abridgments of Specifications relating to Photography. 1867—1876. S. 168.

137) Phot. News. 1876. S. 304; gelesen vor der „Photogr. Society of Great Britain". Auch News. 1881. S. 92.

138) Originalform: Phot. Mitth. Bd. 17, S. 242. Phot. News. 1880. S. 217. Verbesserte Form: Phot. News. 1881. S. 92. Phot. Wochenbl. 1881. S. 79. — Auch Abney empfiehlt dieses Instrument im „Year-Book of Photography". 1881. S. 117; er liest die letzte an der Platte erschienene Ziffer vor dem Fixiren ab.

139) Abney bestimmt den Werth der Ziffern durch verschieden lange Exposition eines gesilberten Albuminpapieres unter dem Sensitometer an einem wolkenlosen Tage.

lang demselben Licht und erscheint bei der einen bei der Entwicklung die Zahl 4, bei der andern die Zahl 10, so verhalten sich die Empfindlichkeiten wie 30 : 12, d. h. wie $2^1/_2 : 1$.

Später (1881) stellte Warnerke die transparente Scala dadurch her, dass feines (0,03 mm dickes) Papier stufenweise von 1 bis 25 Lagen auf einer quadratischen Glasplatte mit Eiweiss aufgeklebt wurde. Nach dem Trocknen machte Warnerke einen Abguss von Spence's Metallen davon und nun wurden von dieser Form in einer besonderen Presse (nach Art des Woodburydruckes) mit Gelatinefarbe von rein schwarzem Ton die Abdrücke auf Glasplatten gefertigt. Dann wurden die auf Papier durch Buchdruck hergestellten Zahlen darauf abgeklatscht und, um sie undurchsichtiger zu machen, bronzirt. Die nun gefirnisste Platte ist das Sensitometer.

Stolze bemerkt über das Warnerke'sche Sensitometer, dass es ein für gewöhnliche Zwecke gewiss ganz brauchbares Instrument sei, aber strengeren Anforderungen nicht genügen könne. Die Bedingung für seine Genauigkeit wäre, dass die schwarze Gelatinefarbe stets dieselbe Farbennüance und dieselbe Intensität hätte, was ausser dem Bereich der Möglichkeit liege[140]). Vogel erwähnt, dass gefärbte Schichten mit zunehmender Dicke eine geänderte Durchlässigkeit für die Farben des Spectrums haben, weshalb die verschiedenen Lagen nicht Licht derselben Qualität durchlassen.

Verwendbar ist auch Vogel's Photometer zur Prüfung der Empfindlichkeit der Platten. Man belichtet im Copirrahmen bei constantem Licht (s. Normallicht S. 151). Die erschienenen Photometergrade lese man sowohl vor als nach dem Fixiren ab; ausschlaggebend sind die Grade nach dem Fixiren. Man beachte auch die Dichtigkeit der im Entwickler erschienenen Nummern; z. B. ist bei manchen Bromsilberplatten (mittelst Ammoniak hergestellt) die Intensität von Grad 6 sehr bedeutend, von Grad 7 gering und von Grad 8 fast Null, dagegen zeigen andere Platten (Jodbrom-Emulsion) von Grad 2 bis 8 eine sehr mässige Abnahme der Intensität. Erstere arbeiten „hart", letztere „weich".

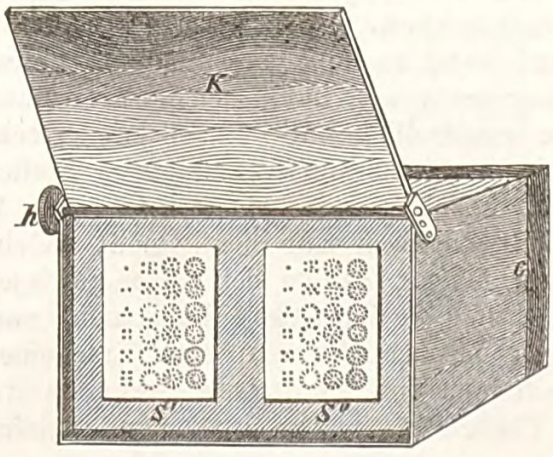


Fig. 75. Vogel's Sensitometer.

Als bestes und am meisten exactes Sensitometer ist das Röhrenphotometer zu bezeichnen und zwar in der H. W. Vogel'schen Modification des Taylor'schen Photometers (S. 188). Vogel bringt zwei Photometer nebeneinander an, so dass das Doppelinstrument durch Eine Klappe geöffnet und geschlossen werden kann (s. Fig. 75). Es werden nun die zu vergleichenden empfindlichen Platten in den Apparat gelegt und auf eine gleichmässig erhellte Fläche exponirt. Der Himmel erscheint aber bei Bewölkung nicht gleichmässig hell; ausserdem ist dieses Licht für Bromsilbergelatine-Platten zu intensiv und Dämpfung durch matte Scheiben erweist sich als unpractisch, weil letztere nicht gleichmässig herzustellen sind. Vogel

140) Phot. Wochenbl. 1881. S. 92.

wählte deshalb einen mit weissem photographischem Rohpapier überzogenen Reflectorschirm. Er stellte denselben (S) in hinreichender Entfernung einem nach dem freien Himmel sich öffnenden Fenster (F) gegenüber (Fig. 76).

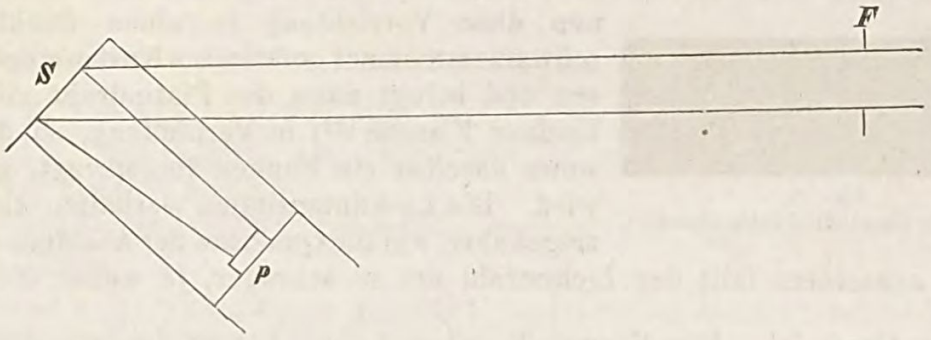


Fig. 76. Beleuchtung des Reflectorschirmes.

Nun hängt die Wirkung eines solchen Schirmes auf das Sensitometer sehr wesentlich von der Entfernung beider ab. Vogel befestigte den Reflectorschirm von 40 cm Quadrat auf einem horizontalen Brett L (Fig. 77) in einer Distanz $= 1$ m vom Sensitometer. Der hintere Theil des Sensitometers ist analog einer Cassette construirt. Die runden Röhren vor dem Cassettentheile sind mit einer Kupferplatte gedeckt, in welcher Zahlen eingeschnitten sind, welche die Anzahl der darüber befindlichen Löcher angeben. Man exponirt nun beide zu prüfenden Platten gleichzeitig durch einige Secunden, entwickelt und fixirt sie zugleich. Die Empfindlichkeit

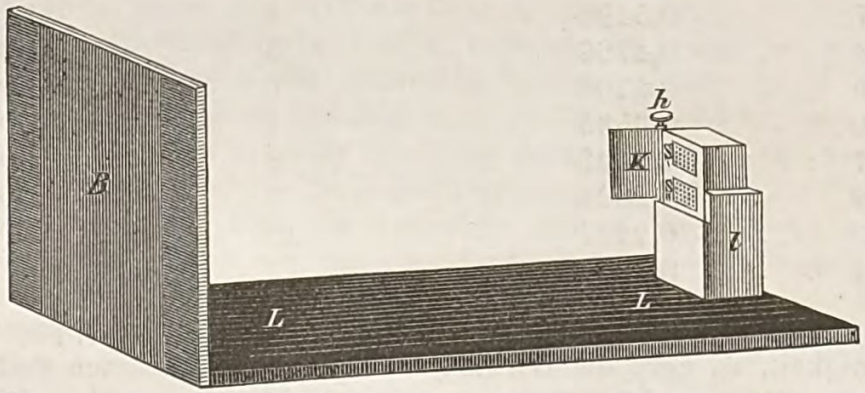


Fig. 77. Vogel's Sensitometer.

der Platten verhält sich direct wie die erschienenen Zahlen. Z. B. ist eine Platte, auf welcher die Zahl 6 erscheint, zweimal empfindlicher als eine andere, auf welcher 3 erscheint.

Vogel benutzt dieses Instrument auch zur Messung der chemischen Intensität des Lichtes, Vergleichung verschiedener Lichtarten, Bestimmung der Helligkeit im Atelier etc.

Stolze stellte 1881 einen Empfindlichkeitsmesser (Sensitometer) nach folgendem Princip her[141]) (Fig. 78):

141) Phot. Wochenbl. 1881. S. 77 und 92.

Man denke sich eine Trockenplatte $abcd$ von 10 cm Länge und 2 cm Breite, deren eine Hälfte $cdfe$ lichtdicht durch eine Metallplatte verdeckt ist. Genau parallel zur Seite ad und 1 cm senkrecht über ihr ist ein 2 cm langer, 0,1 mm dicker Platindraht gh ausgespannt. Denkt man nun diese Vorrichtung in einen dunklen mit schwarzem Sammet gefütterten Kasten eingeschlossen und bringt dann den Platindraht mit einer Leidner Flasche[142]) in Verbindung, so dass er, wenn daselbst ein Funken überspringt, glühend wird. Die Lichtintensitäten verhalten sich nun umgekehrt, wie die Quadrate der Abstände von der Platte; ausserdem fällt der Lichtstrahl um so schräger, je weiter die Lichtquelle entfernt ist. Die Formel $T = \left(\frac{1}{\sqrt{s^2 + 1}}\right)^3$ gibt die Intensitäten für jeden Punkt der Platte, wenn man die Intensität für die Fläche bei a durch 1, bei t durch T bezeichnet und die Strecke von $at = s$ ist. Stolze rechnete eine Tabelle für seinen Apparat:

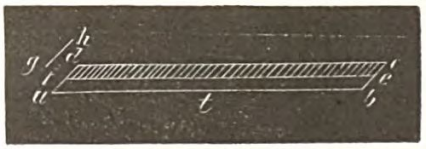


Fig. 78.
Stolze's Empfindlichkeitsmesser.

Abstände s.	Lichtintensitäten T.	Abstände s.	Lichtintensitäten T.
0,0	1,0000	1,5	0,1707
0,1	0,9852	1,0	0,1488
0,2	0,9429	1,7	0,1303
0,3	0,8747	1,8	0,1106
0,4	0,8004	1,9	0,1010
0,5	0,7155	2	0,0894
0,6	0,6305	3	0,0316
0,7	0,5498	4	0,0143
0,8	0,4706	5	0,0075
0,9	0,4106	6	0,0044
1,0	0,3535	7	0,0028
1,1	0,3023	8	0,0019
1,2	0,2624	9	0,0013
1,3	0,2267	10	0,0009
1,4	0,1964		

Werden z. B. zwei Emulsionsplatten nach einander im Apparate belichtet und entwickelt, so geht die Wirkung bei der empfindlicheren weiter nach bc zu; die eine Hälfte $efdc$ wird ganz ohne Lichtwirkung sein. Die Empfindlichkeiten verhalten sich umgekehrt wie die Intensitäten.

Wächter erklärt es als nicht genau, als Normal-Lichtquelle sich eines durch den electrischen Funken eines Conductors glühend gemachten Platindrahtes zu bedienen, da 1) die statische Electricität äusserst abhängig ist von dem Feuchtigkeitszustande der Atmosphäre, 2) die Schlagweite des Funkens wohl ein Mass für die Spannung, aber nicht für den Wärmeeffect

142) Wenn die Flasche bis zu einem gewissen Grade geladen ist, so springt der Funke über. Sorgt man dafür, dass der Funke innerhalb einer Glasröhre überspringt, in welcher die Luft durch Chlorcalcium getrocknet ist, so tritt das Ueberspringen nach Stolze stets genau bei demselben Ladungszustande ein und der Funke ist jedesmal von derselben Helligkeit. Der wechselnde Luftdruck hat einen zu vernachlässigenden Einfluss. Reicht ein Funke nicht aus, so lässt man mehrere überspringen. Näheres s. in Stolze's Abhandlung a. a. O.

sei, welcher sehr variire und 3) keine leichten Mittel vorhanden sind, sich von dem guten Zustande des Apparates zu überzeugen [143]).

Verfasser hält aber den Stolze'schen Apparat für galvanisches Glühlicht sehr geeignet.

XV. Photometer zu meteorologischen Beobachtungen.

T. B. Jordan von Falmouth war der Erste, der 1839 ein Instrument ersann zur Ermittelung der chemischen Intensität des Tageslichtes. Er nannte es Heliograph.

Es wurde von Hunt verbessert, welcher den Apparat Actinograph nannte (1845).

Hunt's Actinograph registrirt die Intensität der chemischen Strahlen zu verschiedenen Tageszeiten. Das Instrument bestand aus einem Cylinder, auf dessen Oberfläche ein mit Silberbromid bereitetes Papier befindlich ist. Diesen Cylinder umgibt ein zweiter, der sich vermittelst eines Uhrwerkes einmal in 24 Stunden um seine Axe dreht. In den äusseren Cylinder ist eine dreieckige Oeffnung gebohrt, welche durch Horizontalstäbchen in 100 Theile getheilt ist, so dass die kleinsten der übrigbleibenden Oeffnungen nur $^1/_{100}$ so gross sind, wie die grössten. Wenn sich der Cylinder dreht, so ist hinter der dreieckigen Oeffnung an den verschiedenen Theilen das Papier offenbar sehr verschiedene Zeiten hindurch der Lichtwirkung ausgesetzt, und je nachdem bei einer kleineren oder grösseren Oeffnung eine Wirkung des Lichtes wahrnehmbar ist, wird man auf eine grössere oder geringere Intensität der chemischen Strahlen schliessen können [144]).

Herschel construirte 1840 ebenfalls ein Actinometer. Er legte photographisches Papier unter eine unbewegliche Scheibe, welche mit einer engen Oeffnung in der Richtung ihres Radius versehen ist, um das von einem Heliostat reflectirte Sonnenlicht hindurchzulassen. Dieses Licht fällt auf das Papier, welches auf einer anderen mittelst eines Uhrwerkes sich um ihre Achse drehenden Scheibe befestigt ist. Am Ende des Tages hat jede Stelle des photographischen Papieres diese Oeffnung passirt und durch die hervorgebrachte Wirkung lässt sich die Intensität des Lichtes zu den verschiedenen Stunden des Tages von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang erkennen. — Dadurch wurde die chemische Intensität des directen Sonnenlichtes gemessen. Die Heliostaten und Uhrwerke machten den Apparat complicirt und kostspielig.

Bunsen und Roscoë benutzten sowohl ihr Chlorknallgas- als ihr Pendel-Photometer nur zu meteorologischen, nicht zu photographischen Zwecken und das letztere, sowie darauf basirte einfachere Methoden mittelst Chlorsilberpapier, wurden nach ihnen von Meteorologen mit Vorliebe zur Intensitätsbestimmung des Sonnen- und Himmelslichtes benutzt. (Stelling S. 178; vergl. auch S. 77.)

Marchand benutzte zu seinen Studien über die periodischen Intensitäts-Schwankungen des Lichtes sich des Eisenoxalat-Photometers (s. S. 166).

Zur Messung der Intensität der ultravioletten Strahlen ist das Photometer des Verfassers construirt (S. 168).

143) Phot. Corresp. 1881. S. 189.
144) Inst. No. 607. S. 209. Fortschr. Phys. 1845. S. 297.

XVI. Photometrische Prüfung von Linsen auf ihre Lichtkraft.

Claudet überreichte der französischen Academie am 27. Januar 1850 eine Abhandlung über sein „Dynactinometer“, welches bestimmt war, die Lichtintensität in der Camera zu vergleichen und dadurch die Möglichkeit bot, die photographische Lichtstärke verschiedener Objective zu erproben. Es bestand im Wesentlichen darin, dass sich eine mit einer Oeffnung versehene um eine Axe drehbare Scheibe vor einer Daguerreotypplatte von Secunde zu Secunde in der Weise weiter schieben liess, dass Segmente der Platte allmählig 1, 2, 3 etc. Secunden belichtet wurde. Erschien nun z. B. einmal das Segment No. 3, das anderemal das Segment No. 6 beim Entwickeln, so war das Objectiv, welches das erste Resultat lieferte, doppelt so lichtstark[145]).

An Stelle dieses Apparates kann auch ein in Scheibenform gebrachtes Scalenphotometer oder Sensitometer zu demselben Zwecke dienen. Man bringt die zu vergleichenden Objective an der Camera an, stellt auf einen weit entfernten Punkt ein und befestigt nun an der Stelle der Visirscheibe je ein Photometer, hinter welchem sich empfindliches Papier (Chromatpapier, Chlorsilberpapier etc.) oder photographische Platten von gleichartiger Empfindlichkeit befinden. Die Apparate werden nun gegen den Himmel oder eine gleichmässig erhellte Fläche gerichtet und der nach einer bestimmten Zeit erzielte Effect in Photometergraden abgelesen.

Der Practiker zieht aber seine altgewohnte Prüfungsmethode vor, nach welcher mit den Objectiven Porträt-, Landschafts-Aufnahmen etc. gemacht werden und auf die mehr oder weniger gute Ausarbeitung der Schatten ein Schluss auf die Lichtkraft basirt wird.

145) La Lumière. 1851. B. 1, S. 26. Daselbst Abbildung des Apparates.

Drittes Heft:

Die photographischen Objective, ihre Eigenschaften und Prüfung.

„Man mach' in einem Zimmer alle Fenster zu... Ein Loch aber muss man lassen, so gross als ein kleiner Finger und müssen gegen dasselbe eine weisse Wand oder Papier hingerichtet werden. Auf solche Weise wird alles, was auf der Gassen von dem Tageslicht bestrahlt wird, auch die Leut', so auf der Gassen gehen, umgekehrt zu sehen sein."

Johann Paptista Porta. 1553.

(Nach der Nürnberger Ausgabe der Magia naturalis. 1715. S. 959.)

„Die Camera obscura, dieses überaus nützliche Instrument, kann den Maler verführen, dass er blindlings daran hält, wirklich schlechter malt und das Gesicht nicht so täuschet, als er es sicher zu thun glaubte, denn es entwirft freilich die Objecte nach dem Verhältnisse der Gesichtswinkel, aber unsere Seele urtheilt über die Grösse nicht nach dem Gesichtswinkel allein, sondern hat mehrere Data dazu."

Johann Georg Büsch. 1775.

(Encyclopädie der historischen, philosophischen und mathematischen Wissenschaften. S. 118.)

„Linsenverbindungen sind ganz launenhafte und widerhaarige Gebilde, die bei gewissen Anordnungen, in Folge bestehender allgemeiner, meist im Baue complicirter Functionen tief versteckter Gesetze bald gar kein gutes Bild, bald ein unvermeidlich gekrümmtes oder verzogenes geben... Nur in enger Verbindung mit der Wissenschaft wird der practische Optiker den Gipfel der Kunst ersteigen."

Joseph Petzval.

(Bericht über die Ergebnisse einiger dioptrischer Untersuchungen. 1843. S. 26.)

ZEHNTES CAPITEL.

DIE PHOTOGRAPHISCHEN OBJECTIVE UND IHRE EIGENSCHAFTEN.

Literatur:

Petzval, Berichte über die Ergebnisse einiger dioptrischer Untersuchungen. Wien. 1843. — Krüger, Der Apparat des Photographen. Leipzig. 1859. — Monckhoven, Photographische Optik. 1866; daselbst eine sehr eingehende Schilderung des damaligen Standes der photographischen Optik. — Buehler, Atelier und Apparat des Photographen. Weimar. 1867. — Lemling, Der Freund des Photographen oder die Fortschritte der photographischen Optik von 1839 bis 1874. — Neumann, Die Haupt- und Brennpunkte eines Linsensystems. 1866. — Carey Lea, Ueber die Brennweiten photographischer Objective. Phot. Archiv. 1866. S. 299, 332. — Dallmeyer, On the Choice and Use of Photogr. Lenses. 1876; Dasselbe Phot. Archiv. 1872. S. 122, 174. — Zentmayer, A lecture on lenses; Photogr. News. 1876. S. 315, 326 aus Scientific Americain. — Mousson, Die Physik auf Grundlage der Erfahrung. 3. Aufl. — Zinken, gen. Sommer, Untersuchungen über die Dioptrik der Linsensysteme. 1870.

I. Allgemeines über die Camera obscura und die einfache Lochcamera.

In einer wohlverdunkelten Kammer (Fig. 79), in welche das Licht durch eine kleine Oeffnung fällt, bilden sich die äussern Gegenstände auf einer weissen Wand, welche man hinter dieser Oeffnung aufstellt, ab, eine Thatsache, die schon länger als drei Jahrhunderte bekannt ist[1]). Je grösser die

1) Einige behaupten, die Camera obscura sei schon von dem englischen Franciskaner-Mönch Roger Bacon im 13. Jahrhundert erfunden worden (?). Cesarino, der 1521 zu Como einen Commentar zum Vitruvius erscheinen liess, schreibt aber die Erfindung einem Benedictiner-Mönch, Dom Panuce, zu. Diese Angabe ist nicht unglaubwürdig, da in den unedirten Manuscripten Leonardo da Vinci's († 1519) die Camera obscura sich schon beschrieben findet. Dies ist allerdings die älteste sichere Angabe über die Camera obscura, weil aber L. da Vinci sich selbst die Erfindung nicht beilegt, so wäre es möglich, dass dieselbe dem Dom Panuce angehört. Im Jahre 1540 bediente sich Erasmus Reinhold der Camera, um eine Sonnenfinsterniss zu beobachten. Hieraus geht hervor, dass der neapolitanische Mathematiker Johann Baptiste Porta (* 1538, † 1615) nicht der erste Erfinder der Camera ist, was oftmals angegeben wurde. Wahrscheinlich hat Porta diese Erfindung von Neuem gemacht oder durch Jemand Anderen Kenntniss davon erhalten, aber so viel ist gewiss, dass Porta in der ersten Ausgabe seiner „Magia naturalis" 1553 die Camera ohne Linse beschrieb, und in der

Entfernung dieser Gegenstände ist, desto kleiner wird ihr Bild sein, aber man kann die Grösse der Bilder wachsen oder abnehmen lassen, je nachdem man die weisse Wand zurückschiebt oder vorrückt.

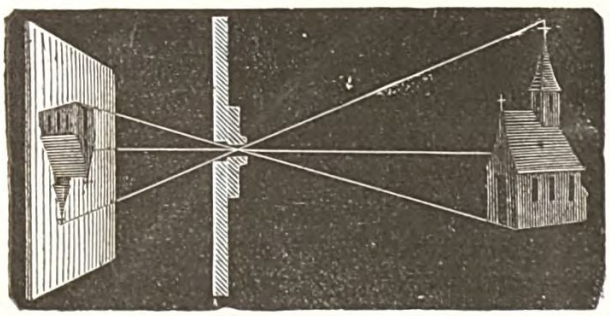


Fig. 79. Bild in der Lochcamera.

Wenn man in die Oeffnung eine Sammellinse bringt, bemerkt man, dass es hinter dieser Linse eine Stelle gibt, wo das Bild am schärfsten erscheint. Diese ursprüngliche Schärfe geht beim Vorrücken oder Zurückschieben verloren.

Wird eine Camera ohne Linse, bloss mit einem kleinen Loch (sog. Lochcamera) zur Bilderzeugung benutzt, so erhält man immer ein allerdings bezüglich der Winkel getreues, aber ein verwischtes Bild, wenn das Loch nicht sehr klein ist.

Fig. 80 zeigt, dass das Bild bei einigermassen grossem Loch in der Camera mit mehrfachen Conturen erscheint.

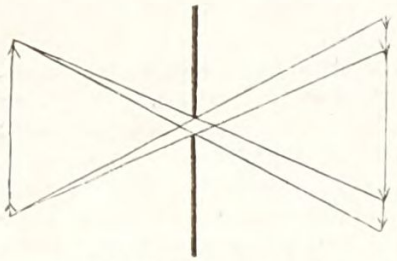


Fig. 80. Bild in der Lochcamera.

In der Camera ohne Linse sind die Bilder von irgend welchen Gegenständen (AA', BB', CC' Fig. 81), in welcher Entfernung von der durchlöcherten Wand sie auch sein mögen, deutlich auf dem Schirm, mag er in was immer für einem Abstand von der Scheidewand sein. Hier gibt es keine verschiedenen Brennpunkte für nahe oder ferne Gegenstände, wie bei Linsen.

Berry hatte 1855 eine Landschaft in einer Lochcamera ($^1/_{40}$ Zoll Oeffnung) aufgenommen und in Amerika soll damals sogar eine Porträt-Aufnahme (?) auf diese Weise gemacht worden sein [2]).

Nach Emerson lassen sich aber die mit einer einfachen Lochcamera erhaltenen Bilder unter keinen Umständen mit denen der gewöhnlichsten Glas-

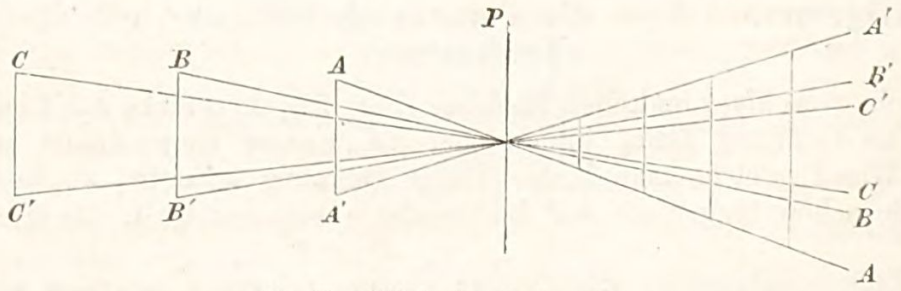


Fig. 81. Bild in der Lochcamera.

linse vergleichen, da die Bilder nicht scharf werden und mit den empfindlichsten nassen Collodionplatten 3 bis 7 Minuten Exposition nöthig sind.

späteren Ausgabe 1589 die Erfindung der Camera mit einer Linse oder einem Hohlspiegel bekannt machte. Damals waren ganze Zimmer als Camera's eingerichtet. — Die tragbare kleine Camera obscura wurde 1679 von Robert Hooke beschrieben und Marco Antonio Cellio gab 1687 eine tragbare Camera an, die vorzüglich dazu diente, Kupferstiche, Gemälde und Schattenrisse geschwind abzuzeichnen. Dass das Bild in der Camera obscura nicht immer die Natur absolut genau wiedergibt, sondern häufig in der Perspective täuscht, bemerkte Georg Büsch 1775.

2) Horn's Phot. Journ. 1856. Bd. 5, S. 2.

Um dem Bilde Schärfe zu geben, müsste das Loch nur etwa $^1/_{10\,000}$ Zoll Oeffnung haben; da nun ein Loch von $^1/_{50}$ Zoll Durchmesser schon eine Exposition von mehreren Minuten braucht, so ist es einleuchtend, dass ein Loch von $^1/_{1000}$ Zoll eine ganz unausführbare Belichtung erfordern würde[3]).

Es ist allerdings möglich, mit einer Camera, die statt der Linsen nur ein kleines rundes Loch hat, ganz scharfe Bilder zu erzielen, vorausgesetzt, dass der Durchmesser des Loches nur $^1/_{3550}$ von der Brennweite — falls man diesen Ausdruck brauchen darf — ist. Für 1 m Brennweite dürfte also das Loch nur 2,8 mm weit sein[4]).

Trotzdem ist nach Spiller's neuen Versuchen die Verwendung der Camera ohne Linse zur Photographie nicht ausführbar. Z. B. gab ein von der Sonne beleuchtetes Haus mit einer Lochcamera von 1,4 mm Oeffnung und 26 cm Abstand zwischen Oeffnung und Platte erst nach 8 Minuten auf Bromsilbergelatine ein sehr verwischtes Bild, bei 0,5 mm wäre das Bild schärfer geworden, aber die Expositionszeit hätte eine Stunde dauern müssen[5]).

II. Eintheilung der Linsen.

Die Linsen zerfallen in zwei deutlich geschiedene Abtheilungen: die erste umfasst die convexen Linsen, welche in der Mitte dicker sind als an den Rändern; die zweite die concaven, welche in der Mitte am dünnsten sind.

Fig. 82 zeigt die Querschnitte von verschiedenen Linsengattungen, wie sie zu optischen Instrumenten und somit auch zur Construction von Porträtobjectiven verwendet werden. 1) ist eine biconvexe, 2) eine planconvexe, 3) eine concav-convexe Linse (Sammel-Meniscus), 4) eine biconcave, 5) eine planconcave und 6) eine convex-concave Linse (Zerstreuungs-Meniscus).

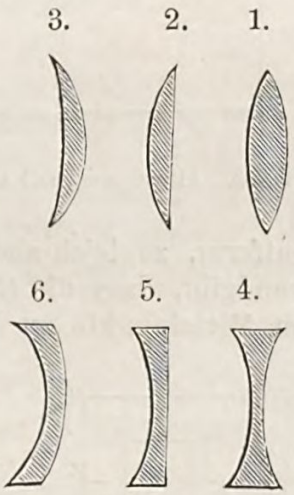


Fig. 82.
Concav- und Convexlinsen.

Für die meisten Linsen, die biconvexen, planconvexen, biconcaven, planconcaven und convex-concaven ist die Brennweite der Randstrahlen immer kleiner als diejenige der Centralstrahlen.

Die Verschiedenheit der Brennweiten der Rand- und Centralstrahlen bewirkt, dass die durch die Linsen erzeugten Bilder an Undeutlichkeit leiden, indem der von dem Rande kommende Strahlenkegel den Brennpunkt der centralen Strahlen umgibt und somit das Bild jedes einzelnen Punktes nicht ein einzelner Punkt, sondern eine kleine Scheibe ist.

Bei den durch einfache (positive) Linsen erzeugten Bildern tritt noch eine andere Undeutlichkeit hervor, welche darin ihren Grund hat, dass das Licht verschiedener Farben verschiedene Brechbarkeit hat; die violetten Strahlen convergiren stärker als die rothen.

Bei jeder Entfernung, welche kleiner ist als die nach unseren Ausdrücken berechnete Brennweite für Strahlen mittlerer Brechbarkeit, erhält

3) Sillim. Journ. Bd. 32, S. 227. Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1862. S. 26. Emerson empfahl aber die Lochcamera zum Probiren der Empfindlichkeit von Collodion, also als Sensitometer.

4) Rayleigh und Abney, Phot. News. 1881. S. 200. Phot. Wochenbl. 1881. S. 161.

5) Phot. News. 1881. S. 247. Phot. Wochenbl. 1881. S. 194.

man als Bild eine weisse Scheibe, die mit einem rothen Rande umgeben ist; in Abständen, die grösser sind als die mittlere Brennweite, dagegen eine weisse Scheibe, die von einem blau-violetten Rande umgeben ist. — Diese schon von dem Abt Franciscus Mourolykus 1575 für Kugeln beobachtete und 1604 von Keppler genauer studirte Erscheinung lässt sich durch passende Combination verschiedener Glaslinsen beseitigen, wie schon Dollond 1758 zeigte.

Das Achromatisiren geschieht entweder durch Verwendung von Crown- und Flintglas, Schwer- und Leicht-Flintglas oder Schwer- und Leicht-Crownglas.

III. Das einfache Objectiv.

A. Johann Baptist Porta bediente sich im 16. Jahrhundert als Objectiv einer planconvexen Linse, deren convexe Seite er dem Auge des Beschauers (also dem Objecte abgewendet) zuwendete Setzt man hinter die convexe Seite eine Blende, deren Oeffnung $^1/_{20}$ bis $^1/_{30}$ der Brennweite gleich ist (was man ausdrückt: $\frac{f}{20}$ bis $\frac{f}{30}$), so erhält man eine scharfe von Verzeichnungen fast freie Bildfläche, welche ein Bild gibt, das so gross als der 5. Theil der Brennweite ist. Bringt man die Blende in einiger Entfernung vor der planen Seite der Linse an, so wächst die Grösse der scharfen Zeichnungsfläche, je weiter man die Blende entfernt, zugleich aber tritt Verzerrung ein, welche sich insbesondere dadurch kundgibt, dass die Gegenstände am Rande des Bildes im Vergleich zu denen im Mittelpunkte zu klein erscheinen.

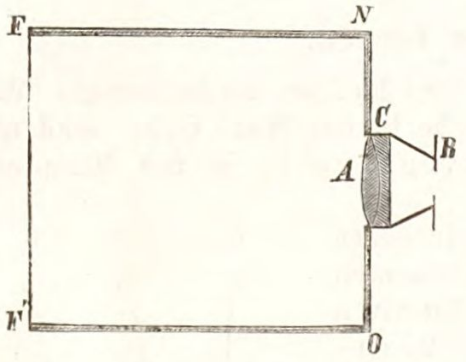


Fig. 83. Alte Camera mit einfacher Linse.

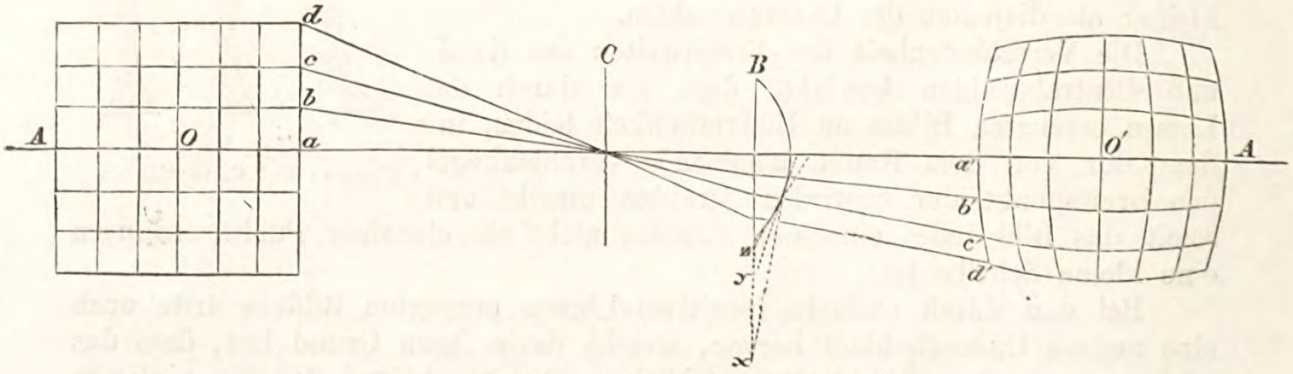


Fig. 84. Verzeichnung durch eine einfache Linse.

Dies veranschaulicht Fig. 84.

B ist eine planconvexe Linse, deren plane Seite dem Gegenstande zugekehrt ist und welche bei *C* durch eine Blende in der gebräuchlichen Entfernung (etwa $^1/_5$ der Brennweite) abgeblendet ist. Das auf der matten Scheibe erzeugte Bild bei *O'* weist gebogene Linien auf und zwar um so mehr, je näher sie am Rande sind.

Wendet man die convexe Seite der Linse dem Gegenstande zu, so zeigt sich die in Fig. 85 abgebildete Verzerrung. *B* ist eine einfache

planconvexe Linse, *C* das Diaphragma, welches hinter die Linse kommt, *O* ein aufzunehmendes Viereck. In diesem Falle werden die durch die Linse gebrochenen Strahlen durch das dahinter befindliche Diaphragma beschränkt. Auch hier erleidet der Strahl *a* keine Verrückung, dagegen werden die Strahlen *b*, *c*, *d* verrückt und die äusseren Linien des Vierecks erscheinen nach Innen gekrümmt, in einer Form, die der früheren gerade entgegengesetzt ist. In beiden Fällen hängt der Grad der Verzerrung von der Brennweite der Linsen und der Lage des Diaphragmas ab.

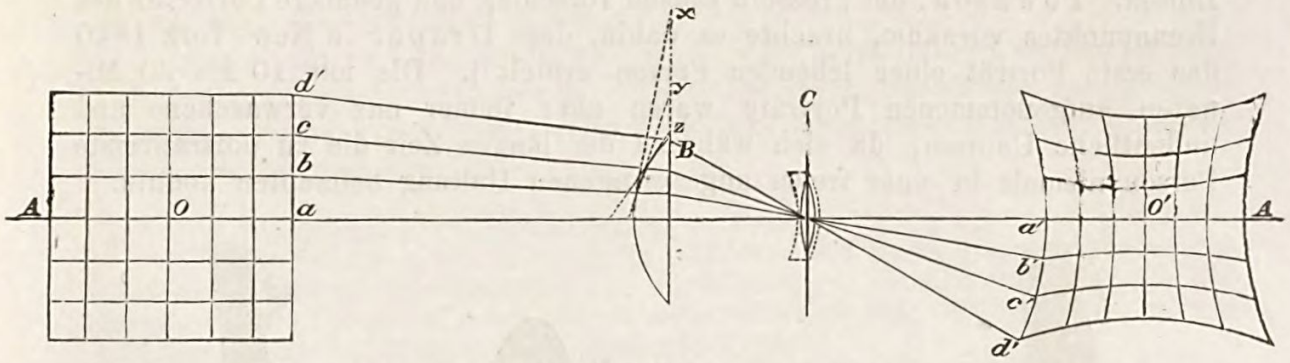


Fig. 85. Verzeichnung durch eine einfache Linse.

(Eine ähnliche Verzerrung zeigt auch das Orthoscop, bei welchem eine in Figur 85 angedeutete Zerstreuungslinse bei *C* angebracht ist.)

B. Wollaston änderte die Form der Linse. Er machte das Objectiv periscopisch, d. h. er nahm einen concav-convexen Meniscus, dessen concave Seite dem Object zugekehrt war und von welchem die Radien der Krümmungsflächen, zufolge der Erfahrungen von Cauchoix, wie 5 zu 8 sich verhalten sollten; die Brennweite variirte zwischen 20 und 30 Zollen. In der That gibt der Meniscus eine viel grössere scharfe Bildfläche. Es wird die concave Seite nach dem Gegenstande der Aufnahme zugewendet. Bei Anwendung einer Blende $\frac{f}{30}$ erhält man ein Bild $= 1/4$ der Brennweite.

Diese Form und die ältere planconvexe Linse war die Construction der einfachen Objective zur Zeit der Entdeckung der Daguerreotypie im Jahre 1839.

Diese einfachen Linsen zeigten jedoch Focusdifferenz, d. h. die Brennweite (Focus) der chemisch wirksamen Strahlen fällt nicht mit der Brennweite der erleuchtenden (optisch wirksamen) zusammen und ein auf der Visirscheibe scharf eingestelltes Bild erscheint daher unscharf und verschwommen auf der Platte (s. S. 293 und 299).

Der französische Optiker Chevalier construirte 1840 ein achromatisches photographisches Objectiv, indem er eine biconvexe Crownglaslinse mit einer planconvexen Flintglaslinse zusammenkittete. Fig. 83 zeigt die damalige Form der Camera und Linse. Professor Steinheil und Kobell verwendeten schon 1839 verkittete Fernrohr-Objective zu photographischen Aufnahmen auf Papier.

Diese Form haben auch die älteren Landschaftslinsen, wie sie Fig. 86 zeigt. Die äussere plane oder schwach concave Flintglaslinse ist nach dem Object zugewendet, die convexe Crownglasfläche nach der Visirscheibe. Man erhält damit ein Bild, welches ungefähr dem dritten Theil der Brennweite gleich ist. Die Blenden wurden in einiger Entfernung vor dem Ob-

jective angebracht Fig. 87 zeigt die Fassung derartiger älterer einfacher Linsen. Die Röhre *B* enthält nächst dem Ringe *A* die Linse, bei *c* ist die Hülse verengt; daselbst ist die kleine Röhre *E* angesetzt, an welcher bei *F* die Blenden eingesetzt werden. *D* ist der Deckel zum Schliessen.

Daguerre verwendete in seiner Camera eine einfache achromatische Linse von 3 Zoll Durchmesser, welche abgeblendet werden musste, wenn man scharfe Bilder haben wollte[6]).

Daguerre exponirte im Jahre 1839 20 Minuten mit solchen einfachen Linsen. Townson, der grössere Linsen vorschlug und genauere Correctur des Brennpunktes vornahm, brachte es dahin, dass Draper in New-York 1840 das erste Porträt einer lebenden Person erhielt[7]). Die mit 10 bis 20 Minuten aufgenommenen Porträte waren aber immer nur verwaschene und undeutliche Umrisse, da sich während der langen Zeit die zu porträtirende Person niemals in einer freien ungezwungenen Haltung behaupten konnte.

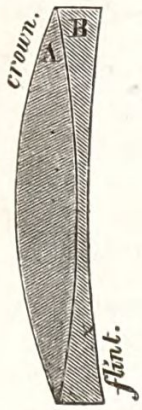


Fig. 86.
Chevalier's einfache Linse.

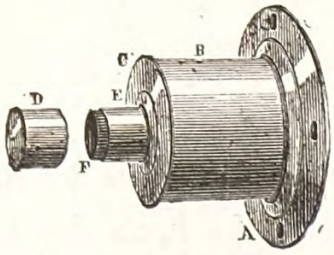


Fig. 87.
Einfaches Objectiv.

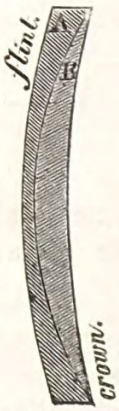


Fig. 88.
Concav-convexer Meniscus.

Zur Zeit der Daguerreotypie verlangte man von einem photographischen einfachen Objectiv (nach dem Vorschlage des französischen Optikers Baron), dass die grösste Dimension der Platte zur Brennweite des Objectivs sich verhalte wie 1 : 2. Der Durchmesser des Diaphragma müsse ungefähr $^1/_7$ der Brennweite sein[8]).

Heutzutage verlangt man von einer einfachen Linse ein scharfes Bild von grösseren Dimensionen, blendet sie aber im Verhältniss zur Brennweite viel stärker ab. Der Grund liegt darin, dass man gegenwärtig bei der einfachen Linse von vorn herein auf Lichtkraft verzichtet (worin sie durch die Doppelobjective weit übertroffen sind) und sie fast nur zu Landschaften verwendet.

C. In der Praxis erweist sich die eben beschriebene Linsenform nicht als die beste, weil man sehr stark abblenden muss, um die grösste Schärfe des Bildes zu haben. Obwohl diese Form noch vorkommt, ist sie doch als veraltet zu bezeichnen.

Der achromatische concav-convexe Meniscus von der in Fig. 88 dargestellten Form gibt geringere Abweichung, als die vorhin beschriebene einfache Linse und gestattet den Gebrauch grösserer Diaphragmen, ist also von grösserer Lichtkraft und gibt dem Bilde mehr Brillanz und Relief.

6) Petzal, Bericht über die Ergebnisse einiger dioptrischer Untersuchungen. 1843. S. 1.
7) Krüger, Vademecum des Photographen. 1858. S. 4.
8) Schmidt, Handbuch der Photographie. 1852. S. 3.

Weil die sphärische Abweichung nicht corrigirt ist, muss bei dieser Linse die Oeffnung auf $^1/_{30}$ der Brennweite $\left(\frac{f}{30}\right)$ abgeblendet werden.

Die Crownglaslinse *B* hat die Form eines Meniscus und ist mit der concaven Seite dem zu reproducirenden Objecte zugewendet; die zerstreuende Flintglaslinse ist mit der ersteren zusammengekittet. Das Objectiv hat bei gleicher Ausdehnung des Bildes eine kürzere Brennweite als das vorige — ein grosser Vortheil. Diese Form wurde zuerst von Grubb angewendet und demselben am 8. October 1857 in England patentirt[9]). Sie bürgerte sich in der Mitte der Sechziger Jahre ein.

Diese einfache Landschaftslinse wird heute noch vielfach zu Landschaftsaufnahmen verwendet und häufig in Deutschland[10]), Frankreich und England erzeugt; sie wird gemeint, wenn man von einer gewöhnlichen einfachen Linse schlechtweg spricht.

9) Abridgments of the Specifications relating to Photogr. 1861. S. 98.

10) a. Verzeichniss der Landschafts-Objective der Rathenower Optischen Anstalt zur Aufnahme von Landschaften, Architecturen, leblosen Gegenständen und Reproductionen, bestehend aus einem achromatischen Objectiv in Messing gefasst, mit verschiedenen Blenden, ohne Zahn und Trieb.

Objectiv-Oeffnung	12‴,	Brennweite	$4^1/_2$″,	Bildgrösse	3″ . .	pro Stück	15	Mark.
„	15‴,	„	$6^3/_4$″,	„	$4^1/_2$″ .	„	18	„
„	19‴,	„	9″,	„	6″ . .	„	23	„
„	24‴,	„	12″,	„	8″ . .	„	33	„
„	30‴,	„	15″,	„	10″ . .	„	55	„
„	36‴,	„	18″,	„	12″ . .	„	75	„
„	48‴,	„	24 od. 27″,	„	16 od. 18″ .	„	135	„
„	60‴,	„	30 od. 34″,	„	20 od. 22″ .	„	246	„
„	72‴,	„	40″,	„	27″ . .	„	360	„
„	84‴,	„	48″,	„	32″ . .	„	510	„

Bei diesen Objectiven ist die von der hinteren Fläche ab gemessene Brennweite und die der einfachen äquivalenten Linse nahezu ein und dieselbe.

Die einfachen Landschaftsobjective No. 7 bis 16 gewähren im Vergleich mit den Porträt-Doppel-Objectiven den Vortheil eines grösseren Gesichtsfeldes, doch geben letztere bei Anwendung der Landschafts-Centralblende eine gleichmässigere Schärfe der Bilder für Gegenstände, welche in verschiedenen Entfernungen liegen. Die einfachen Landschafts-Objective sind indess bedeutend lichtschwächer als die Porträt-Doppel-Objective, weshalb sie sich auch nur zur Aufnahme lebloser Gegenstände eignen. Selbst die durch die Landschafts-Centralblende stark abgeblendeten Porträt-Objective haben mehr Lichtkraft als die einfachen Landschafts-Objective mit der mittleren Blende. Zu Reproductionen eignen sie sich keineswegs besser als die mit der Landschaftsblende versehenen Porträt-Objective; da jedoch letztere nur ein kleines Feld haben, so wird man sie bei grossen Reproductionen nicht anwenden können, weil selbst die grössten Porträt-Objective von 7 Zoll Oeffnung nicht immer genügend grosse Bilder geben, und die Anschaffung 5, 6 und 7zölliger Porträt-Objective des Preises wegen oft nicht convenirt.

Das Objectiv wird so in die Fassung gesetzt, dass die erhabene Seite dem Innern der Camera zugekehrt ist.

b) Verzeichniss der einfachen Objective von Français in Paris:

Oeffnung	31	mm,	Bildgrösse	9 — 12	cm,	Preis	16	Francs.
„	43	„	„	11 — 15	„	„	18	„
„	54	„	„	13 — 18	„	„	25	„
„	61	„	„	18 — 24	„	„	30	„
„	68	„	„	21 — 27	„	„	40	„
„	81	„	„	27 — 35	„	„	60	„
„	88	„	„	27 — 35	„	„	90	„
„	95	„	„	30 — 40	„	„	100	„
„	108	„	„	39 — 45	„	„	130	„
„	135	„	„	50 — 60	„	„	260	„
„	162	„	„	60 — 70	„	„	350	„

Einfache Landschaftslinsen mit festem Diaphragma von $^1/_5$ des Linsendurchmessers und stark vernickelter Fassung kommen als „Waterbury-Linsen“ in den Handel; sie verdanken ihren Namen der Stadt Waterbury in Connecticut, wo die meisten Werkstätten der Scovill-Company, die sie fabricirt, liegen [11]).

Als Curiosum sei erwähnt, dass Burnett 1857 die einfache Linse in Form von Linsenstreifen (Band-lenses) verwenden wollte. Aus einer Linse wurde ein Streifen von $^1/_3$ bis $^2/_3$ Zoll Breite herausgeschnitten. Dadurch sollte die Verzerrung bei Aufnahme naher Gegenstände nach auf- und abwärts vermieden werden; ferner sollte (was irrthümlich ist) durch die beiden Enden eines solchen Streifens zwei übereinanderfallende Bilder eines Gegenstandes und so eine stereoskopische Wirkung erzeugt werden [12]).

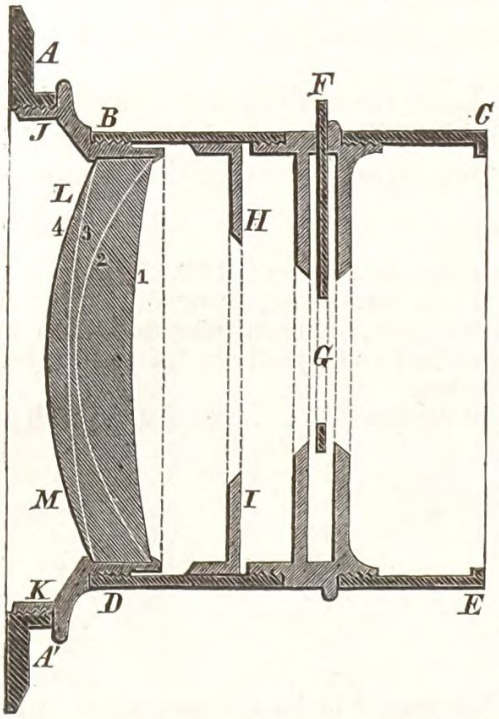


Fig. 89. Einfaches Objectiv von Dallmeyer.

D. In der Absicht, die Verzeichnung auf einen möglichst geringen Grad zu reduciren und dem Objective einen möglichst grossen Aufnahmswinkel zu geben, hat Dallmeyer [13]) gesucht, dem einfachen Objectiv die Form eines mehr ausgesprochenen Meniscus zu geben und hat das Diaphragma der Linse bedeutend genähert. Wenn er das frühere Objectiv-System beibehalten hätte, so würde er sein Ziel mit dem Verlust der Schärfe der Ränder der

Diese Figur zeigt mit der grössten Genauigkeit das Objectiv und seine Fassung in natürlicher Grösse. Die Focuslänge desselben beträgt 6,95 englische Zoll, der Durchmesser desselben 1,6, die anderen Bestimmungen des Systems ausgedrückt in Functionen der Focus-Distanz sind folgende:

Durchmesser der Linsen		2302
Erste Linse (Crownglas)	{	6043
	{	1727
Zweite Linse (Flintglas)	{	1727
	{	4813
Dritte Linse ($Crownglas_2$)	{	4813
	{	2561
Gemeinschaftliche Focuslänge		10,000
Brechungsindex (gelb) des Flintglases .		1,581
„ „	$Crownglases_1$	1,521
„ „	$Crownglases_2$	1,514

Verhältniss der Focuslängen, um die Achromatisirung herbeizuführen:

$Crown_1$ und Flint $\frac{f}{f'} = 0{,}706.$

$Crown_2$ und Flint $\frac{f}{f'} = 0{,}645.$

Bilder haben erreichen können, indem er es sich jedoch zur Hauptbedingung gemacht, das Bild in der Mitte ebenso scharf als an den Rändern zu erhalten,

11) Phot. Times and American Phot. Oct. 1881. Phot. Wochenbl. 1881. S. 403.
12) Kreutzer's Jahrber. Phot. 1857. S. 439.
13) Zuerst beschrieben in den engl. Patentschriften vom 14. Oct. 1864, No. 2539.

so musste er eine neue optische Zusammenstellung construiren, welche in Fig. 89 dargestellt ist.

Anstatt das Objectiv blos aus zwei Linsen, einer Crownglas- und einer Flintglaslinse zu construiren, fügte Dallmeyer noch eine dritte aus Crownglas hinzu, deren Brechungsindex jedoch von dem Brechungsindex der ersten Crownglaslinse etwas verschieden ist.

Die drei Linsen sind also zusammengekittete Meniscen, welche eine einzige Linse bilden, deren concave Fläche nach dem zu reproducirenden Objecte gerichtet ist, wie bei dem gewöhnlichen einfachen Objectiv.

Das rotirende Diaphragma ist vor der Linse in einer Entfernung, welche dem Durchmesser derselben gleichkommt, angebracht, also viel näher als gewöhnlich, die kleinste Oeffnung des Diaphragma ist $\frac{f}{30}$.

Die Hauptvortheile des Dallmeyer'schen einfachen Objectivs bestehen hauptsächlich in Folgendem:

Mit einem Diaphragma von $\frac{f}{20}$ deckt es mit vollkommener Schärfe eine kreisrunde Focalebene von 72 Graden Ausdehnung. Mit einem Diaphragma von $^1/_{30}$, einen Kreis von 85 bis 90 Grad Gesichtswinkel. Das Gesichtsfeld des Objectivs ist somit sehr bedeutend, da die grösste Seite des Bildes (welches immer rechtwinklig ist) grösser als die Focuslänge des Objectivs ist, während bei den besten einfachen Objectiven, die vor dem von Dallmeyer construirt wurden, diese Seite höchstens zwei Drittel der Focuslänge derselben betrug.

Dieses ist, von dem künstlerischen Gesichtspunkt aus genommen, für die Aufnahme von Landschaften von grossem Vortheil, weil der Vordergrund sich in dem Bilde dargestellt findet, und daher für den Hintergrund des Bildes ein überraschender perspectivischer Effect erzielt wird. Dies war bei den früheren Objectiven nicht der Fall, deren Bildfläche zugleich viel kleiner war.

Die Verzeichnung wird für ein Bild, dessen grösste Seite der Focusdistanz des Objectivs gleich ist, auf ein geringes Mass reducirt, indem der Durchmesser des letzteren verhältnissmässig geringer ist, als bei den früheren Objectiven. — Da überdies das einfache Objectiv hauptsächlich zur Landschafts-Aufnahme bestimmt ist, so verursacht die Verzeichnung keinen sichtbaren Fehler in dem Bilde. Da es aber die Linien am Rande immerhin schwach verbiegt, so ist diese Linse für Architecturen, welche die Seite des Bildes einnehmen, nicht zu empfehlen.

Der chemische Focus wird für die zu der Axe schief auffallenden Strahlen auf ein geringes Mass reducirt, die Bildfläche ist ebener als die des früheren einfachen Objectives und ausserdem ist das Bild selbst brillanter[14]).

Die einfache Landschaftslinse wird mit Vorliebe von hervorragenden Landschaftsphotographen benutzt, weil sie wegen der geringeren Anzahl der

14) Verzeichniss der Dallmeyer'schen einfachen Weitwinkel-Landschaftslinsen (Wide angle single Combination Landscape Lens):

Grösse der Platte (Zoll).	Linsendurchm.	Aequiv. Brennweite.	Preis. Pfd. St. s.	Grösse der Platte (Zoll).	Linsendurchm.	Aequiv. Brennweite.	Preis. Pfd. St. s.
5 × 4	$1^3/_8$	$5^1/_2$	3 5	15 × 12	$2^5/_8$	15	8 10
$7^1/_4$ × $4^1/_2$	$1^5/_8$	7	3 15	15 × 12	$2^5/_8$	18	9 10
$8^1/_2$ × $6^1/_2$	$1^7/_8$	$8^1/_2$	4 10	18 × 16	3	18	10 10
10 × 8	$2^1/_8$	10	5 10	22 × 20	$3^5/_8$	22	14 —
12 × 10	$2^1/_2$	12	7 —	25 × 21	$4^1/_4$	25	19 —

reflectirenden Flächen brillantere Bilder als Doppelobjective gibt und grosse Tiefe hat. Der einzige Fehler der einfachen Linse ist, dass gerade Linien am Rande leicht gekrümmt wiedergegeben werden. Deshalb suche man, wenn Häuser in der Landschaft vorkommen, diese möglichst in die Mitte des Bildes zu bringen.

Von den einfachen Landschaftslinsen gilt, dass sie um so besser sind, je kleiner ihr Durchmesser ist. — Die Brennweite sollte nicht kürzer sein als die grösste Länge des Bildes. Der Geschäftsphotograph muss, um überall zu den besten Resultaten zu gelangen, für jedes Plattenmass zwei oder drei Objective von verschiedener Brennweite besitzen, damit er sich für jeden Fall helfen kann. (Dallmeyer.)

Gegenwärtig wird viel mit Weitwinkel-Doppelobjectiven gearbeitet, wo es nicht nothwendig ist; bei kleinem Gesichtsfeldwinkel reicht man mit der einfachen Linse aus. Gewisse aplanatische Objective sind ihr aber an Lichtkraft bedeutend überlegen.

Zur Aufnahme von Gebäuden, Architecturen ist die gewöhnliche einfache Landschaftslinse nicht verwendbar, weil sie die Linien etwas krümmt.

Um der Unbequemlichkeit zu begegnen, zu verschieden grossen Linsen ebenso viele Objectivringe und Brettchen mitnehmen zu müssen, gab man einer Reihe von einfachen Linsen denselben Durchmesser, so dass sie alle in einen Ring, resp. in ein Rohr passen.

E. Burton empfahl 1881 einzelne Linsen, deren flache Seite der matten Scheibe zugekehrt sein müssen — also in umgekehrter Lage im Vergleich mit der gewöhnlichen — dringend für Porträt-Aufnahme auf Bromsilbergelatine, da sie in Combination mit diesen genügend lichtstark seien; freilich empfahl er sie nur dann, wenn nicht die höchste Schnelligkeit erforderlich ist. Man darf ihnen selbstverständlich nicht mehr zumuthen als einem Porträt-Objectiv von gleichem Focus, nämlich dass sie eine Platte auszeichnen, deren grösste Dimension gleich die Hälfte der Brennweite ist. Die Blenden sollen dabei $^1/_8$ bis $^1/_{12}$ der Brennweite betragen und kann die erstere für Brustbilder dienen. Solche Linsen geben allerdings nicht die Haarschärfe von Aplanaten; aber sie zeigen genau dieselbe harmonische Weichheit, jenen allgemeinen „Duft“, wie Manche sie bei Dallmeyer's Patent-Porträt-Linsen gern sehen, deren Wirkung gleichfalls auf sphärischer Aberration beruht. Den Porträt-Objectiven gegenüber zeigen diese Linsen besonders in dunklerer Kleidung und in den Draperien viel grösseren Reichthum an Details und eine Brillanz und Klarheit, wie sie bei nur zwei spiegelnden Flächen an Stelle von sechs sehr natürlich ist. Unter günstigen Bedingungen kann man mit der einfachen Linse im Zimmer ein Bild (auf Bromsilber-Gelatine) in 10, im Atelier in 2 bis 5 Secunden machen[15]).

Die einfache Landschaftslinse kann unter Umständen sogar lichtstärker als eine Porträtlinse sein. Eine Landschaft mit etwas grösserem Gesichtsfeldwinkel (40 bis 45 °) aufgenommen verlangt eine viel stärkere Abblendung eines kleinen Porträt-Objectives, um dieselbe Schärfe zu gewinnen, als eine einfache Landschaftslinse von kurzer Brennweite, so dass letztere rascher arbeitet[16]).

Ueber die Benutzung der Vorderlinse gewisser zusammengesetzter photographischer Objective s. S. 220.

15) Phot. Wochenbl. 1881. S. 394. British Journ. of Phot. 1881. S. 593.
16) Phot. Archiv. 1868. S. 85.

IV. Zusammengesetzte Linsen und das Petzval'sche Porträt-Objectiv.

A. Mit einer einfachen Linse lässt sich die Lichtkraft, Ausdehnung, Schärfe und Tiefe des Bildes nebst correcter Zeichnung nur in beschränktem Grade verbessern. Um wesentlich Besseres zu erreichen, müssen zwei oder mehrere Linsen verwendet werden.

Prof. Petzval in Wien und der Optiker Ch. Chevalier in Paris beschäftigten sich 1840 gleichzeitig und unabhängig von einander mit der Construction zusammengesetzter photographischer Objective. Das Petzval'sche von Voigtländer in Wien ausgeführte Porträt-Doppel-Objectiv wurde zugleich mit dem von Chevalier construirten der Société d'encouragement in Paris vorgelegt. Chevalier erhielt 1842 den ersten Preis, eine Platin-Medaille, für sein Objectiv mit zwei Gläsern und veränderlicher Brennweite, bei welchem die sphärische Aberration vermindert war und wobei durch Verstellen oder Austauschen der Gläser die Brennweite und dadurch zugleich die Bildgrösse verändert werden konnte. Voigtländer erhielt für das von ihm ausgeführte Petzval'sche Objectiv damals die Silberne Medaille[17]). Somit ist die Priorität des deutschen und des französischen Erfinders strittig; so viel ist aber sicher, dass Chevalier's Objectiv allmählig ausser Gebrauch kam und das Petzval'sche Objectiv eine ungeheure Verbreitung gewann und heute noch mit Recht besitzt.

B. Josef Petzval, Professor der Mathematik in Wien, beschäftigte sich, angeregt durch Ettingshausen in Wien, im Verlaufe des Winters mit Untersuchungen über die Objective, deren erstes practisches Ergebniss die Berechnung eines Porträt-Objectives war. Diese Berechnungen übergab Petzval im Jahre 1840 dem Optiker Voigtländer in Wien, welcher damit 1841 in die Oeffentlichkeit trat, nachdem der nachmalige Bibliothekar Martin die ersten gelungenen Porträt-Aufnahmen gemacht hatte[18]). Diese Objective wurden später unter dem Namen der Petzval'schen oder, nach ihrem ersten Erzeuger, der Voigtländer'schen Porträt-Doppelobjective bekannt.

Petzval förderte die Photographie mächtig durch die Berechnung seines lichtstarken Objectives, welches die bis dahin gebräuchlichen einfachen Linsen an Lichtkraft bedeutend übertraf. Die Linsen waren so lichtstark (10 mal lichtstärker als die besten damals gebräuchlichen[19]), dass es eigentlich erst durch die nunmehr wesentlich abgekürzte Belichtung möglich wurde, das Gesicht einer Person ohne Schwierigkeit zu porträtiren[20]). Petzval veröffentlichte 1843 die hierzu gehörigen Berechnungen.

Diese Instrumente sind so vorzüglich, dass sie noch heute als Porträtobjective ihren Platz behauptet haben; sie sind zu Tausenden verbreitet und wenn man von einem Porträtobjective schlechtweg spricht, so ist ein solches Petzval'scher Construction gemeint.

Bei den Petzval'schen Porträtobjectiven ist alles dem Zwecke geopfert, einen starken Strahlenbündel zu erhalten, der frei von sphärischer und chromatischer Abweichung ist, so dass mit denselben die Aufnahme von Porträte in einer äusserst kurzen Zeit ermöglicht wird. Um die grösste

17) Bulletin de la Société d'encouragement. 1842. S. 124.

18) Damals wurde auch ein anderes Objectiv versuchsweise hergestellt, welches 17 Jahre später als Orthoscop in die Oeffentlichkeit gebracht wurde.

19) Dingler's Polytechn. Journ. 1841. Bd. 79, S. 157.

20) Erste Beschreibung des „Voigtländer Apparates" 1841, Dingler, Journ. Bd. 79, S. 80 und 83.

Lichtkraft zu erreichen, wird die Krümmung des Feldes eine bedeutende, und die Bildfläche wird in ihren centralen Theilen vollkommen scharf.

Die Fig. 90 stellt die natürliche Grösse des Doppel-Objectives von Petzval, construirt von Dallmeyer, unter dem Namen Schnell-Arbeiter für Stereoscop-Aufnahmen vor und beträgt dessen Focuslänge 4,62 englische Zoll.

Dieses Objectiv ist zusammengesetzt:

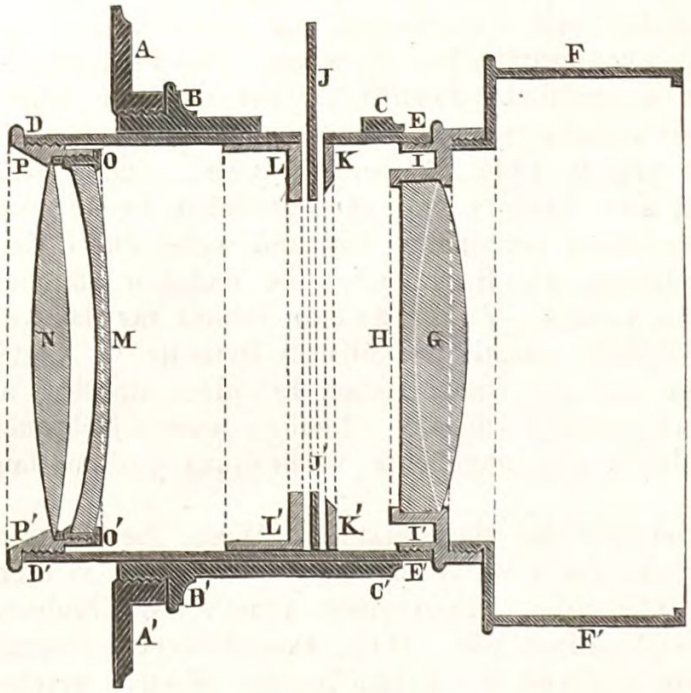


Fig. 90. Porträt-Objectiv.

1. Aus einem achromatischen Meniscus HG (fast planconvex), dessen convexe Fläche nach dem zu reproducirenden Gegenstand gerichtet ist. Derselbe ist in einem Ring H gefasst und an eine Röhre $DEE'D'$ angeschraubt, welche die grössere Röhre FF' aufnimmt, die mit einem Deckel aus Messing oder aus Pappe geschlossen wird.

2. Aus einer biconvexen Combination NM, welche durch einen Zerstreuungs-Meniscus M aus Flintglas gebildet wird, welcher in einer bestimmten Entfernung von einer biconvexen Crownglaslinse N angebracht ist. Das Flintglas ist in einen Ring OO' gefasst, der sich in einen andern, das Crownglas enthaltenden Ring PP' einschrauben lässt. Ein anderer Ring trennt die beiden Linsen in der durch die Berechnung festgestellten Entfernung. Diese Linsen-Combination wird an der hinteren Seite der Fassung $DEE'D'$ angebracht. Die Brennweite der beiden Linsenpaare ist nahezu gleich. Figur 90 zeigt die Construction der einzelnen Details.

LL' und KK' sind zwei Scheiben, zwischen welche die Diaphragmen eingeschoben werden [21]).

21) Monckhoven gibt folgende Zahlen für das obengenannte Instrument:

Durchmesser der vorderen Combination		2977
Crownglas biconvex	+ R	5585
	+ R'	3701
Flintglas biconcav	− R''	3701
	− R'''	102,662
Durchmesser der hinteren Combination		3517
Flintglas-Meniscus divergirend	+ R	13030
	− R'	5844
Crownglas biconvex	+ R''	10195
	+ R'''	10195
Entfernung der beiden Combinationen		2424
Absolute Focuslänge		10,000
Ganze Objectiv-Oeffnung $\frac{f}{25}$		= 2500
Oeffnung des kleinsten Diaphragmas $\frac{f}{25}$		= 400

Da es häufig vorkommt, dass bei dem Auseinandernehmen des hinteren Objectivs, zum Zweck der Reinigung, die beiden Gläser nebst Zwischenring verkehrt in die Fassung wieder eingelegt werden, so beachte man, dass das doppelt convexe Crownglas mit der flacheren Seite an den Ansatz der Fassung zu liegen kommt, dann folgt der Zwischenring und auf diesen die Flintglaslinse mit der concaven Seite nach innen.

Der Ueberschraubring darf nicht zu fest angezogen werden, da sonst leicht eine Spannung in den Linsen entstehen kann.

Je nach der Oeffnung und der Brennweite des Objectivs variirt dessen Lichtkraft. Für die lichtstärksten Porträtobjective beträgt der Durchmesser der grössten Oeffnung, mit welcher das Objectiv arbeitet, den dritten Theil der Brennweite $\left(\frac{f}{3}\right)$. Etwas lichtschwächere Objective mit $\frac{f}{4}$ werden für gewöhnlich verwendet, weil das Bild flacher ist. Werden Bilder von noch grösserem Format verlangt (Gruppenaufnahmen etc.), so wird die Brennweite im Vergleich zur wirksamen Oeffnung länger gewählt, z. B. $\frac{f}{6}$. Die vergleichsweise Helligkeit dieser Instrumente ist dann 9 : 36, d. h. das erstere ist viermal lichtstärker als das letztere.

Das Gesichtsfeld schwankt zwischen 15 bis 55°; es beträgt jedoch bei der Verwendung grösserer Blenden selten mehr als 20° in voller Schärfe. Es hängt ab von der Grösse der Blenden und der Distanz der Vorder- und Hinterlinsen; sind diese sehr genähert und die Blende klein, so ist das Feld gross, aber das Bild stark gekrümmt und deshalb auf ebener Platte gegen den Rand undeutlich.

Ohne Blende ist nur ein kleiner Theil der Bildmitte scharf. Blenden bewirken das Entstehen eines ausgedehnten scharfen Bildes. Die Tiefe des Bildes ist sehr gering, sobald man mit voller Oeffnung arbeitet; mit kleinen Blenden ist aber die Tiefe sehr bedeutend. Die Bilder des Porträt-Doppelobjectives sind nicht frei von Verzeichnung und deshalb ungeeignet für die Aufnahmen von Monumenten und Plänen (Monckhoven).

Bei einem Petzval'schen Porträtobjectiv wird die Bildebene flacher, wenn man das Diaphragma näher an die Vorderlinse rückt, als wenn es mehr nach der Mitte zwischen beiden Linsen gerückt wird. Uebrigens hängt die richtige, unverzerrte Wiedergabe der Linien am Rande des Bildes wesentlich von der Stellung des Diaphragmas ab. Hat man es durch irgend eine Stellung des Diaphragmas dahin gebracht, dass alle geraden Linien auch auf dem Bilde völlig gerade und ungekrümmt erscheinen, so werden durch eine

Die numerischen Daten über Brechungsindex des Glases etc. s. bei Dallmeyer's einfachem Objectiv.

Nach Voigtländer (Deutsche Patentschr. No. 5761 vom 25. Juni 1879) besitzt sein Petzval'sches Porträtobjectiv folgende Construction: Nimmt man die Gesammtbrennweite beider Doppellinsen F, jene der ersten Doppellinse $(GH)=f$, jene der zweiten Doppellinse $(NM)=f_1$, so verhält sich $f : f_1 = 3 : 5$, setzt man ferner für $F=10$, so ist:

Vorderlinsen	Krümmungsradius der biconvexen Crownglaslinse .	$r = +\ 5{,}4545$ $r_1 = +\ 4{,}3182$
	„ „ fast planconcaven Flintglaslinse	$r_2 = -\ 4{,}3182$ $r_3 = -\ 54{,}54$
Hinterlinsen	„ des Flintglasmeniscus	$r_4 = +\ 10{,}909$ $r_5 = -\ 3{,}833$
	„ der biconvexen Crownglaslinse .	$r_6 = +\ 4{,}742$ $r_7 = +\ 16{,}3636$

Verrückung des Diaphragma nach der Hinterlinse zu die vorher geraden Linien nach innen zu gekrümmt](, wogegen durch eine Annäherung an die Vorderlinse eine Krümmung nach aussen [(] entsteht. (Vergl. Fig. 84 u. 86 S. 210.)

Das vordere Linsenpaar kann herausgenommen und mit der flachen Seite dem Objecte zugewendet, als Landschaftslinse gebraucht werden. Es ist achromatisch, aber für sich allein nicht frei von sphärischer Abweichung, welche durch Anwendung von Blenden beseitigt werden muss; die Brennweite der Vorderlinse ist grösser (ungefähr zweimal) als die des ganzen Systems.

Die ersten Instrumente Voigtländer's zeigten Focusdifferenz (bis No. 7200); bei den späteren wurde dieser Fehler corrigirt und schon seit langem kommt kein derartiges Instrument mehr in den Handel.

Die Petzval'schen Porträtobjective werden heute, ausser von Voigtländer[22]), noch von vielen anderen Fabriken in vorzüglicher Qualität ge-

22) Verzeichniss der Porträt-Doppelobjective Voigtländer's (Braunschweig):

I. Objective für Porträts und Gruppen.

No.	1. Objective mit normaler Lichtstärke.	Mark.
1.	Doppel-Objectiv von 39 mm Oeffnung und 138 mm Brennweite mit Trieb und Centralblenden; für Platten 105 × 79 mm . .	80
2.	Doppel-Objectiv von 46 mm Oeffnung und 167 mm Brennweite, mit Trieb und Centralblenden; für Platten 123 × 94 mm . .	100
3.	Doppel-Objectiv von 53 mm Oeffnung und 197 mm Brennweite, mit Trieb und Centralblenden; für Platten 145 × 112 mm . .	120
4.	Doppel-Objectiv von 66 mm Oeffnung und 238 mm Brennweite, mit Trieb und Centralblenden; für Platten 185 × 150 mm . .	180
5.	Doppel-Objectiv von 79 mm Oeffnung und 290 mm Brennweite, mit Trieb und Centralblenden; für Platten 230 × 178 mm . .	220
6.	Doppel-Objectiv von 92 mm Oeffnung und 335 mm Brennweite, mit Centralblenden, ohne Trieb; für Platten 270 × 205 mm . .	360
7.	Doppel-Objectiv von 105 mm Oeffnung und 478 mm Brennweite, mit Centralblenden, ohne Trieb; für Platten 364 × 312 mm . .	480

No.	2. Objective mit grosser Lichtstärke (Schnellarbeiter).	Mark.
0.	Doppel-Objectiv von 20 mm Oeffnung und 53 mm Brennweite, ohne Trieb und ohne Centralblenden; für Miniaturbilder und Vergrösserungen	60
3 B.	Doppel-Objectiv von 53 mm Oeffnung und 167 mm Brennweite, mit Trieb und Centralblenden; für Platten 123 × 94 mm . .	135
4 B.	Doppel-Objectiv von 66 mm Oeffnung und 215 mm Brennweite, mit Trieb und Centralblenden; für Platten 165 × 138 mm . .	195
5 B.	Doppel-Objectiv von 79 mm Oeffnung und 238 mm Brennweite, mit Trieb und Centralblenden; für Platten 185 × 150 mm . .	310
6 B.	Doppel-Objectiv von 92 mm Oeffnung und 290 mm Brennweite, mit Centralblenden, ohne Trieb; für Platten 230 × 178 mm . .	400
7 B.	Doppel-Objectiv von 105 mm Oeffnung und 382 mm Brennweite, mit Centralblenden, ohne Trieb; für Platten 312 × 260 mm . .	480

No.	3. Objective mit geringerer Lichtstärke, besonders tief zeichnend.	Mark.
5 A.	Doppel-Objectiv von 79 mm Oeffnung und 335 mm Brennweite, mit Trieb und Centralblenden; für Platten 270 × 205 mm . .	220
8.	Doppel-Objectiv von 131 mm Oeffnung und 620 mm Brennweite, mit Centralblenden, ohne Trieb; für Platten 470 × 405 mm . .	840
9.	Doppel-Objectiv von 158 mm Oeffnung und 765 mm Brennweite, mit Centralblenden, ohne Trieb; für Platten 600 × 520 mm . .	1260

liefert, so von der Optischen Industrie-Anstalt in Rathenow (vormals E. Busch[23]), Français in Paris[24]).

Hermagis, Darlot, Jamin, Charconnet und Lavrance in Paris (ehemals Gasc und Charconnet in Paris) und insbesondere Dallmeyer

23) Verzeichniss der Petzval'schen Porträtobjective der Rathenower Anstalt:

System I. hat eine verhältnissmässig kürzere Brennweite, etwas grössere Lichtkraft, etwas geringere Tiefe der Schärfe und ein kleineres Bild.

System II. hat eine noch kürzere Brennweite und grössere Lichtkraft, dagegen nimmt die Tiefe der Schärfe und die Grösse des Bildes wieder ab.

System III. und IV. haben die kürzeste Brennweite, die grösste Lichtkraft, die geringste Tiefe der Schärfe und das kleinste Bild.

I. Porträt-Doppel-Objective (construirt nach Petzval).
Mit Centralblenden.

Objectiv-Oeffnung	System I.			System II.			System III.			System IV.		
	Brennweite	Bildgrösse	per Stück	Brennweite	Bildgrösse	per Stück	Brennweite	Bildgrösse	per Stück	Brennweite	Bildgrösse	per Stück
Lin.	cm.	cm.	Mark.	cm.	cm.	Mark.	cm.	cm.	Mark.	cm.	cm.	Mark.
19	11,8	9,8 : 12,5	45	10,1	7,2 : 9,8	51	8,8	für Stereoskop 7,5 : 8,1	60	7,8	für Stereoskop 6,8 : 7,5	69
24	15,6	12,2 : 13,8	69	13,8	9,8 : 12,5	78	11,8	9,8 : 12,5	90	9,8	f. Stereosk. u. Visitenk. 7,2 : 9,8	102
27	17,6	12,5 : 16,3	84	15,4	11,2 : 13,8	93	13,1	10,5 : 13,1	108	—	—	—
30	19,6	15,6 : 19,6	117	16,9	12,5 : 16,3	129	14,7	11,2 : 13,8	147	—	—	—
36	23,5	18,5 : 23,5	153	20,6	15,6 : 19,6	168	17,6	12,5 : 16,3	192	14,7	für Visitenkarten bis 11,2 : 13,8	216
48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19,6	für Visitenkarten bis 15,6 : 19,6	465

24) Verzeichniss der Français'schen Porträtobjective.

Objectiv-Oeffnung.	Gewöhnliche Brennweite.	Bildgrösse.	Distanz des Modells vom Objectiv.	Kurze Brennweite.	Bildgrösse.	Distanz des Modells vom Objectiv.
mm.	Francs.	cm.	Meter.	Francs.	cm.	Meter.
162	1000	40 — 50	5	1200	30 — 40	5
135	600	30 — 40	5	800	27 — 33	5
108	400	27 — 33	5	600	21 — 27 18 — 24	5
95	300	21 — 27	5	400	18 — 24 13 — 18	5
88	200	21 — 27	5	300	18 — 24 13 — 18	5
81	150	18 — 24	5	200	13 — 18 9 — 12	5
68	120	13 — 18	5	150	9 — 12	4 — 5
61	65	13 — 18	5	75	9 — 12	4 — 5
54	55	11 — 15	4 — 5	65	9 — 12	3 — 70
43	35	9 — 12	3 — 50	40	9 — 12	3 — 50
31	35	9 — 12	3 — 50	40	9 — 12	3 — 50

in London[25]), Ross u. A. sind hier zu nennen. Manche dieser Constructionen (bes. französische) sind schon äusserlich an der Fassung, welche öfters conisch ist, kenntlich.

Modificationen des Petzval'schen Porträt-Objectives.

Voigtländer modificirte i. J. 1878 die Petzval'sche Linsencombination für Porträte. Er vermied sowohl die Ungleichheit der Brennweiten der beiden einzelnen Linsen-Combinationen (*H* und *M* Fig. 90) als auch die Trennung der beiden Linsen des hinteren Systemes. Nach Voigtländer besitzt diese Modification bei vermehrter Lichtstärke die Eigenschaft, eine grössere Tiefe der Zeichnung und grössere Ausdehnung der scharf gezeichneten Bildfläche als früher zu Stande zu bringen oder mit anderen Worten sie ermöglicht es, mit lichtstärkeren Instrumenten grössere und tiefer gezeichnete Bilder, als mit der alten Construction möglich war, zu erzeugen.

Das erhaltene Bild ist ferner frei von jeder Verzeichnung, so dass geradlinige Zeichnungen mit diesem Objectiv ohne Verzerrung der Linien reproducirt werden können, was ebenfalls bei der bisherigen Construction nicht möglich war.

Diese Vortheile sind erzielt worden durch Abänderung des Verhältnisses der gegenseitigen Brennweiten der beiden Doppellinsen, vor allem aber durch die Abänderung der Gestalt der Hinterlinse *CD* (Fig. 91) und zwar dadurch, dass derselbe nicht wie bisher aus zwei durch einen Ring getrennten Linsen mit ungleichen Innenflächen, sondern aus solchen besteht, deren innere Flächen den gleichen Krümmungsradius haben und daher wie die Vorderlinse *AB* durch ein transparentes Bindemittel fest vereinigt sind, wodurch zwei spiegelnde beziehungsweise Licht reflectirende Linsenflächen vermieden werden und daher das so erhaltene Bild an Intensität und Präcision gewinnt.

Die Construction dieses Doppelobjectives ist aus Fig. 90 ersichtlich.

A und *D* sind die Linsen aus Crownglas, dessen Dichtigkeit = 2,51 und dessen mittlerer Brechungsindex n = 1,536 ist. *B* und *C* sind Linsen aus Flintglas, dessen Dichtigkeit 3,21 und dessen mittlerer Brechungsindex n = 1,602 ist. Die Entfernung der beiden Systeme a = 5,3, die Brennweite der Combination *AB* ist gleich jener der zweiten *CD* und verhält sich zur Gesammtweite F wie 3 : 2.

Setzt man für F = 10 so ist:

Vorderlinse.	Hinterlinse.
$r = +\ 6{,}700$	$r_4 = \pm\infty$
$r_1 = +\ 5{,}417$	$r_5 = +\ 2{,}5$
$r_2 = -\ 5{,}417$	$r_6 = -\ 2{,}5$
$r_3 = -\ 60{,}00$	$r_7 = +\ 6{,}7$

Die Aussenflächen des Objectives sind demnach gleich gekrümmt.

Das Vorderobjectiv *AB* der neuen Construction hat bei gleicher Gesammtbrennweite beider Constructionen zwar eine ähnliche Gestalt der Linsen und Lage

25) Verzeichniss Dallmeyer'scher Porträtlinsen:

Linsenöffnung. Zoll.	Brennweite. Zoll.	Bildgrösse. Zoll.	Preis. *Pfd. St.*	*s.*
2	$4^1/_2$	Visit ($4^1/_2 \times 2^1/_2$)	5	5
$2^1/_8$	$4^3/_4$	Visit	6	15
$2^3/_4$	6	4×5	12	16
$2^3/_4$	$4^1/_2$	Visit ($3^1/_4 \times 4^1/_2$) Schnellarbeiter	15	15
$3^1/_2$	6	4×5 „	26	5

der Curven, jedoch eine etwas längere Brennweite als das Objectiv *AB* der alten Construction.

Die hintere Doppellinse *CD* (Fig. 91) hat jedoch eine vollständig von der alten Form verschiedene Gestalt und Lage und eine ganz bedeutend verkürzte Brennweite.

Zur Erzielung einer ausgedehnten Bildfläche befindet sich zwischen beiden Doppelobjectiven die Centralblende *b b*. Diese neu construirte Hinterlinse bietet den Vortheil, dass sie sich den Vorderlinsen der bisherigen Voigtländer'schen Construction, natürlich nach Entfernung der Hinterlinse, anpasst, so dass hieraus ein neues Objectiv mit bedeutend verkürzter Brennweite entsteht, welches eine ganz ausserordentliche Helligkeit des Bildes bei entsprechender Tiefe, Ebenheit und Grösse desselben hervorbringt und dabei ohne irgend welche Verzeichnung der geraden Linien arbeitet.

Zu dem hier mitgetheilten Wortlaute der Patentschrift füge ich noch hinzu, dass in dem Cataloge von Voigtländer und Sohn diese Hinterlinse als „verbesserte Supplement-Hinterlinse für Porträt-Objective" (Petzval'scher Construction) angeführt ist und namentlich bei Voigtländer'schen Porträt-Objectiven mit langer Brennweite Vortheil gewährt; man erhält zu den älteren Instrumenten separat die neue Hinterlinse.

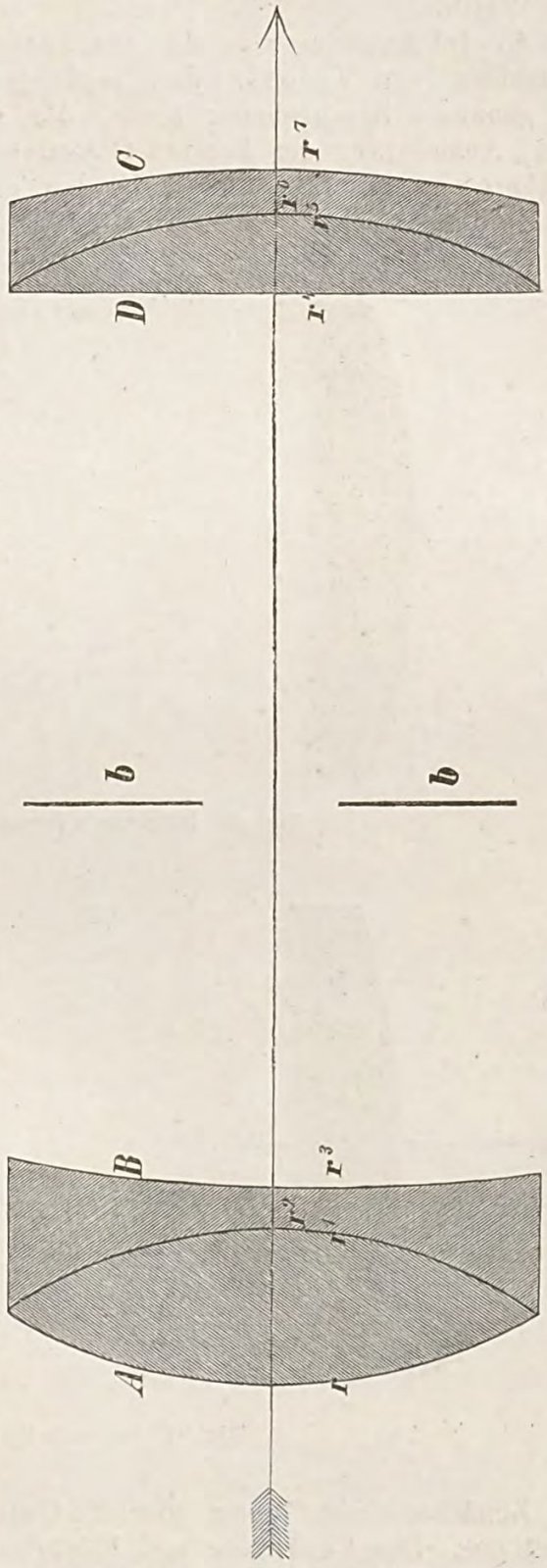


Fig. 91. Voigtländers neues Porträt-Objectiv.

B. In neuester Zeit (1881) hat Voigtländer auch diese Construction wieder modificirt. Die Gestaltung der Linsen ist zwar analog der vorigen, aber die Krümmungsradien der Linsen, insbesondere die inneren Radien, sind bedeutend krummer; auch die Linsen der Hinterlinse sind analog der vorigen neuen Hinterlinse gestellt, nur sind die inneren Radien etwas verschieden, so dass die Crownglaslinse nicht mehr mit der Flintglaslinse verkittet, sondern getrennt sind. Genauere Daten sind nicht bekannt gemacht worden. Die letzterwähnte Construction leistet an Licht-

kraft und Tiefe Ausserordentliches und muss zu Aufnahme grosser Porträts (Oblonges Format, Promenadenformat) bestens empfohlen werden; das Instrument ist viel lichtstärker als ähnliche Porträtinstrumente alter Construction. Es hat kürzere Brennweite und ist deshalb besonders für kurze Ateliers von Werth.

C. Im Anschlusse an das beschriebene, durch Hinzufügung einer neuen Hinterlinse von Voigtländer modificirte Petzval'sche Porträt-Objectiv ist die genauere Beschreibung einer, der erwähnten Modification nicht unähnliche, Abänderung des Porträt-Objectives am Platze, welche John Henry Dallmeyer im Jahre 1866 in den englischen Patentschriften beschrieb. Das Dallmeyer'sche „Patent-Porträt-Objectiv" wurde vielfach anempfohlen.

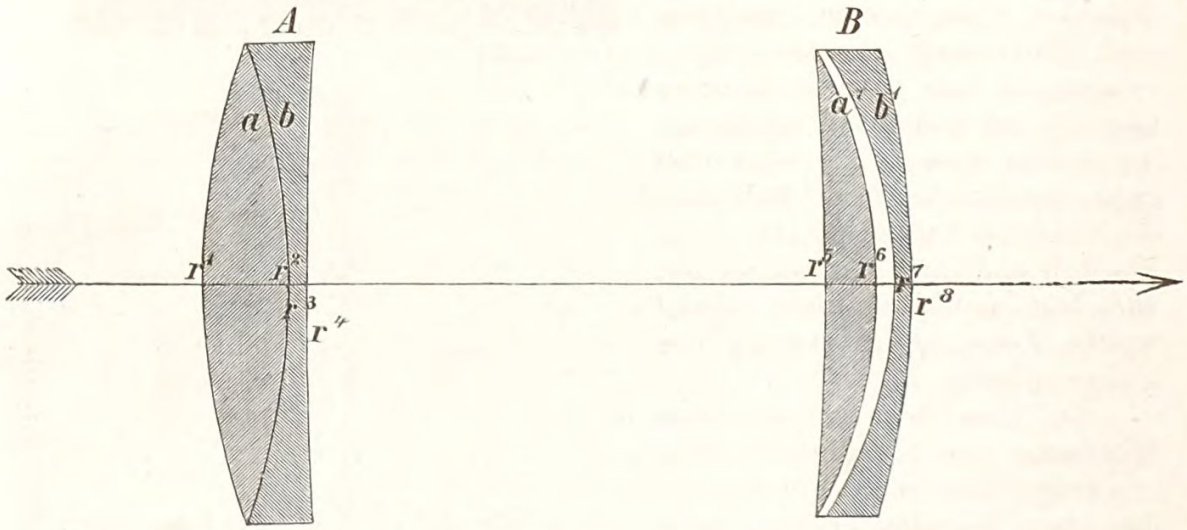


Fig. 92. Dallmeyer's Patent-Porträt-Objectiv.

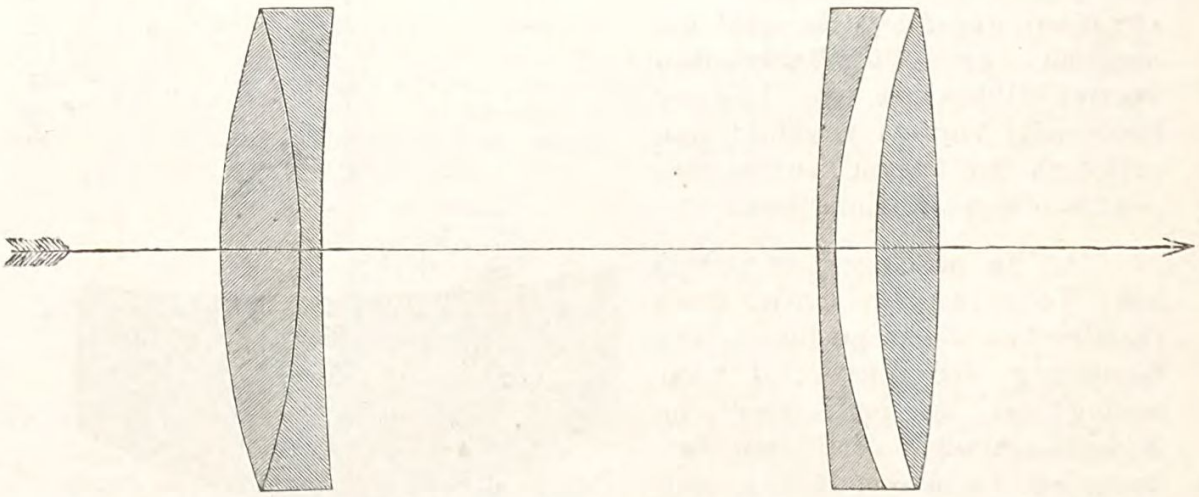


Fig. 93. Petzval's Porträt-Objectiv.

Zunächst einige Worte über die Construction des Dallmeyer'schen Patentobjectives: Das Crownglas und Flintglas der Hinterlinse sind im Vergleich zur ursprünglichen Petzval'schen Construction umgekehrt angeordnet, d. h. es steht die Flintglaslinse hinten und die Crownglaslinse voran, wie Fig. 92 im Vergleiche mit Fig. 93 zeigt. Diese beiden Hinterlinsen sind beweglich;

ihre Entfernung kann willkürlich geändert werden. Wenn man die Linsencombination verstellt, so kann man eine mildere Schärfe, die mitunter erwünscht ist, in allen Theilen erhalten. Wenn die hinterste Linse ganz eingeschraubt ist, erhält man mit dem Objective das schärfste Bild von Gegenständen, die in einer Ebene liegen. Durch das Zurückschrauben der Hinterlinse wird die überaus grosse Schärfe gemildert und der Focus dehnt sich über mehrere Ebenen aus, um so mehr, je weiter man die Hinterlinse zurückschraubt. Der Photograph ist auf diese Weise im Stande, sein Instrument der Beschaffenheit des Sujets anzupassen[26]). Freilich sollen diese Objective nach mehrfachen Angaben ihrem Zwecke nicht ganz entsprechen.

Bei diesem Objectiv ist das Verhältniss von wirksamer Linsen-Oeffnung zur wirklichen Brennweite des Linsensystemes wie 1 : 3 und der Gesichtsfeldwinkel umfasst ungefähr 60°; das Bild ist frei von Verzerrung (wohl nur in dem Masse als dies bei Porträt-Objectiven überhaupt stattfindet).

Die Details der Construction sind nach der Patentschrift folgende (s. Fig. 92): Die Vorder- und Hinterlinse haben denselben Durchmesser. Das Verhältniss der Brennweite der Vorderlinse A zu der Brennweite des ganzen Objectives f ist wie 9 : 6 und die Brennweite der hinteren Linsencombination B zu jener von A ist wie 3 : 2. Die Vorderlinse A ist zusammengesetzt durch die biconvexe Crownglas-Linse a und die biconcave Flintglaslinse b. Der Krümmungsradius von r^1 ist im Verhältniss zu der Brennweite des ganzen Objectives wie 1 : 2 und der Krümmungradius von r^4 verhält sich zu r^1 wie 5 : 1. Die inneren Krümmungen r^2 und r^3 sind identisch und verkittet und derartig, dass die Combination achromatisch oder fast so ist, was bei Dallmeyer's Glassorten dann eintritt, wenn das Verhältniss von r^1 zu r^2 wie 31 : 27 ist. Auf eine dem Durchmesser der Vorderlinse A gleiche Distanz ist die Combination der Hinterlinse angebracht. Die hintere Combination B besteht aus der Crownglas-Linse a' (mit der concaven Seite der Vorderlinse zugewendet) und der concav-convexen Flintglas-Linse b' (mit der convexen Seite nach aussen). Der Krümmungsradius r^6 verhält sich zu r^1 wie 2 : 3 und r^8 zu r^1 wie 37 : 31; das Verhältniss von r^5 zu r^7 ist derartig, dass bei dem Abstande der einzelnen Hinterlinsen von einander $c = \frac{f}{60}$ die Combination B achromatisch ist, was bei Dallmeyer's Glassorten eintritt, wenn sich r^6 zu r^5 verhält wie 1 : 16 und $r^8 : r^7$ wie 2 : 1.

Dieses Objectiv ist (auch ohne Diaphragma) für die Distanz $\frac{f}{60}$ der einzelnen Hinterlinsen frei von sphärischer und chromatischer Aberration für axial oder schief einfallende Strahlen und zwar bei der Vergrösserung der Distanz derselben zwischen $\frac{f}{60}$ bis $\frac{f}{20}$. Durch die Veränderung dieser Distanz kann also das Objectiv in seinen Eigenschaften modificirt werden[27]) (Anm. s. p. 226).

D. Claudet brachte gleichfalls an den Porträt-Objectiven eine Einrichtung an, um eine gleichmässigere Schärfe über das ganze Bild zu erhalten, indem er während der Exposition die Lage der Linse änderte, wodurch die Schärfe von der Mitte auf den Rand überging. Sein „Egalisateur des foyers" bestand in einem Mechanismus, welcher die Distanz zwischen Vorder- und Hinterlinse im verschiedenen Verhältnisse änderte; dadurch glich sich die Schärfe aus, ohne dass die Dimensionen des Apparates geändert wurden[28]).

E. E. Busch in Rathenow construirte Doppelobjective mit verstellbaren Linsenpaaren. Dieselben sind Petzval'sche Porträt-Objective, bei

26) Ausführlicheres s. in Dallmeyer's Catalog, ferner in Schrank's „Rathgeber des practischen Photographen." 1875. S. 41. Die Details der Construction sind aber daselbst nicht angegeben, weshalb ich sie im Folgenden mittheile.

28) Bulletin de la Société franç. de Phot. 1867.

welchen das vordere Linsenpaar dem hinteren Linsenpaare nach Belieben genähert oder von demselben entfernt werden kann. (NB. Bei Dallmeyer geschieht dies nicht, sondern es werden die zwei einzelnen Linsen des hinteren Systemes von einander entfernt.) Das vordere Objectiv befindet sich nämlich in einem besonderen Rohr, welches in der allgemeinen Fassung verschiebbar ist. Hierdurch kann man die Schärfe nach Erforderniss auch auf den Rand des Bildes leiten. Befinden sich die Objective so nahe, als es die Fassung erlaubt, so ist das Doppelobjectiv besonders zur Aufnahme von Gruppen geeignet, weil in diesem Falle die Schärfe am Rande des Bildes genauer ist, als wenn die Objective weiter von einander entfernt sind. Das Bild ist allerdings bei kürzester Entfernung der Doppellinsen mehr gekrümmt, bei Aufnahme von Gruppen, die kreisförmig aufgestellt werden, schadet dieser Umstand nicht. Bei Einzelaufnahmen stehender Figuren in grossem Format sind die Linsen in der Fassung möglichst weit von einander zu entfernen, damit das Bild klarer wird, jedoch leidet dadurch die Tiefe der Schärfe. In diesem Falle ist man, um die Tiefe zu vermehren, genöthigt, eine kleine Centralblende einzusetzen.

Bei der Aufnahme sitzender Personen, also bei Kniestücken und Brustbildern, wo es weniger auf Planheit des Bildes ankommt, verkürzt man die Entfernung der Objective vielleicht um die halbe Breite des Aufschieberings oder noch mehr und wird dann wahrnehmen, dass die Tiefe der Schärfe zunimmt, so dass man in diesem Falle eher eine grössere Centralblende als bei stehenden Personen anwenden kann. Bei Aufnahme in der Breite ausgedehnter Gruppen, wo man die Entfernung der Objective von einander noch mehr verkürzt, und die kleinste Porträtblende einsetzt, ist die Tiefe der

27) Verzeichniss der Dallmeyer'schen patentirten Porträtlinsen:

Linsenöffnung. Zoll.	Brennweite. Zoll.	Bildgrösse. Zoll.		Preis. *Pfd. St.*	*s.*
$2^3/_4 - 2^5/_8$	$6^1/_2$	4 × 5 (Gewöhnl. Lichtkraft; $\frac{f}{4}$)		13	—
$3^1/_2 - 3^1/_4$	10	$4^3/_4$ × $6^1/_2$ „ „		18	—
4	12	$6^1/_2$ × $8^1/_2$ „ „		27	5
$4^1/_2$	14	8 × 10 „ „		38	10
5	18	15 × 15 „ „		50	—
6	22	20 × 16 „ „		60	—
$2^3/_4$	6	Visit (doppelt so lichtst. als voriges; $\frac{f}{3}$)		13	5
$3^1/_2$	8	Cabinet „ „ „ „ „		20	—
$4^1/_2$	12	$6^1/_2$ × $8^1/_2$ „ „ „ „		40	—
		Langsam und tief arbeitend; 4 mal langsamer als vorige; $\frac{f}{6}$			
		für Porträte u. Gruppen.	für Landschaften.		
$2^1/_8$	$10^1/_2$	$8^1/_2$ × $6^1/_2$	10 × 8	9	10
$2^7/_8$	13	10 × 8	12 × 10	13	10
$3^1/_4$	16	12 × 10	15 × 12	17	10
4	$19^1/_2$	15 × 12	18 × 16	26	10
5	24	18 × 16	22 × 20	48	—
6	30	22 × 20	25 × 21	58	—

Schärfe am grössten, weil hier beide Mittel zur Vermehrung der Tiefe, nämlich Verkürzung der Fassung und Einsetzung der kleinsten Porträtblende, angewendet werden.

Ganz ähnliche Porträtobjective erzeugte Auzoux in Paris.

VI. Steinheil's Aplanate.

A. Wenn man zwei Sammellinsen in der Weise combinirt, dass die Brechungswinkel der ersten Linse jenen der zweiten gerade entgegengesetzt sind, wie Fig. 94 andeutet (BB), so treten die Strahlen ($abcd$ und $a'b'c'd'$) parallel mit den verschiedenen einfallenden Strahlen aus, womit die zur Herstellung eines unverzerrten Bildes gestellte Bedingung erfüllt ist.

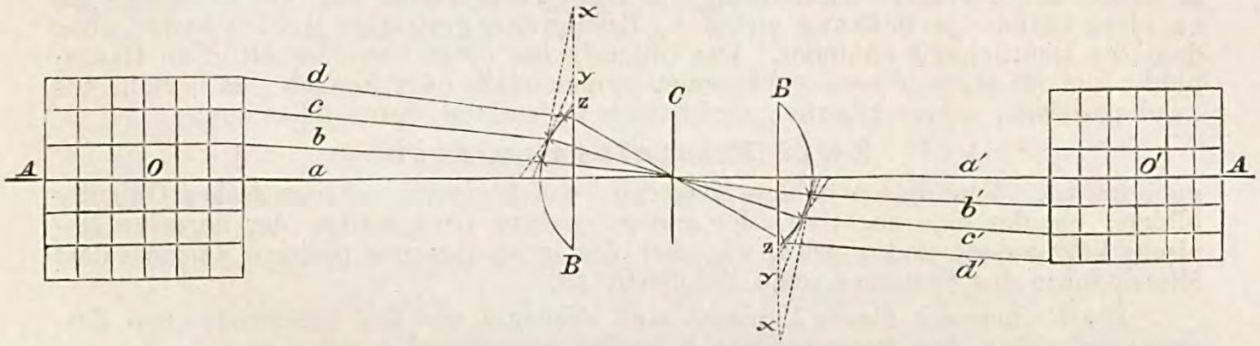


Fig. 94. Combination zweier achromatischer Linsen.

Dieses Mittel gab zuerst Rothwell an und Sutton veröffentlichte es. Die grosse Schwierigkeit war aber, dass die durch Combination zweier achromatischer Sammellinsen entstandenen Bilder eine sehr grosse Krümmung der Bildfläche gaben [29]).

B. Dr. Adolph Steinheil in München gebührt das Verdienst, das erste aplanatisch-symmetrische Objectiv construirt zu haben: er übersandte am 20. Juli 1866 das erste Exemplar an Monckhoven. Einige Monate darauf trat Dallmeyer mit einer analogen Construction (nur nahm er Flint-Crown, statt Schwer- und Leicht-Flintglas) hervor [30]).

Steinheil erhielt am 14. Januar 1867 in Bayern ein Patent auf sein System. Diese Erfindung war sowohl für die Aufnahme von Architecturen, Landschaften, Reproductionen und Interieurs etc., als für Gruppen von keiner geringeren Bedeutung als die des Petzval-Objectives für Porträt-Aufnahmen.

Die bedeutende Lichtkraft des Aplanates, sowie dessen absolut scharfe und correcte Zeichnung bis zum Rande, das Fehlen von Reflex-Lichtflecken sind dessen unschätzbare Vorzüge.

Zuerst seien die lichtschwächeren, für Landschaften und Reproductionen bestimmten Aplanate erwähnt.

29) Dallmeyer, Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1860. S. 290. Aus Journ. London. Phot. Soc. Bd. 6, S. 247.

30) Darüber entspann sich ein Prioritätsstreit. Dallmeyer griff (Brit. Journ. 1874. S. 584) die Neuheit der Construction an, jedoch endigte die Polemik zu Gunsten Steinheils. Der Letztere hatte schon 1865 in den „Nachrichten von der k. Gesellschaft der Wissenschaften a. d. G.-A.-Universität zu Göttingen" Constructionen mit Flint aussen veröffentlicht. (S. auch die frühere Erklärung Steinheils, Phot. Corr. 1869. S. 97.)

Eine Beschreibung dieses Objectives lag bis jetzt nicht vor, die Patentbeschreibung ist noch nicht publicirt, trotzdem das Patent schon erloschen ist.

Ich verdanke es dem ausserordentlich freundlichen Entgegenkommen des Herrn Dr. A. Steinheil, dass er mir gütigst eine Abschrift seiner Patentschrift übersendete. Im Folgenden theile ich diese hochinteressante Schrift mit:

„Die aplanatischen Photographie-Objective sind bestimmt zu Aufnahmen von Gruppen und Porträte (besonders im Freien), zu Reproductionen, zu Vergrösserungen, zu Interieurs, Architecturen und Landschaften.

Das Objectiv ist so construirt, dass es keinen chemischen Focus hat, die Kugelgestalt vollständig hebt und ein ebenes, von jeder Verzerrung freies Bild liefert. Dieses Bild kann bei Anwendung einer Blendungs-Oeffnung, die $^1/_{30}$ der Brennweite beträgt, bis 90° und noch darüber ausgedehnt werden, während für Fälle, in denen nur geringere Ausdehnung des Bildes nothwendig ist, die Helligkeit bis zu einer Blendungs-Oeffnung gleich $^1/_8$ Brennweite gesteigert werden kann, ohne dass die Deutlichkeit abnimmt. Das Objectiv hat einen gemeinschaftlichen Hauptpunkt und ist gegen diesen vollkommen symmetrisch oder ähnlich; es besteht aus zwei positiven, achromatisirten, verkitteten Objectiven, deren jedes aus

Zwei Flintglasmeniscen

gebildet ist. Von diesen beiden Meniscen, welche je ein achromatisches Objectiv bilden, hat der eine negative, der andere positive Brennweite; der negative Meniscus liegt aussen und wendet, wie auch der innen liegende positive Meniscus dem Mittelpunkte des Systemes seine Hohlfläche zu.

Die Halbmesser dieser Meniscen sind abhängig von den Brechungs- und Zerstreuungskräften der angewendeten Flintglas-Sorten und werden stets in der Art berechnet, dass die Brennweiten der positiven und negativen Meniscen so angenommen werden, dass, während der optische und chemische Strahl vereinigt sind (die Axe im nämlichen Punkte treffen) und zwei Flächen der Meniscen ineinanderpassen, die gewünschte Brennweite erreicht ist. Nun werden die Objective unter Beibehaltung des Ineinanderpassens der inneren Flächen und der Brennweiten der einzelnen Linsen so durch die Rechnung gebogen, bis gleichzeitig auch der Kugelgestaltfehler gehoben ist; zuletzt wird noch für die beiden gleichen oder ähnlichen Objective derjenige Abstand bestimmt, bei welchem das Bild eben wird. Die Aehnlichkeit der Objective bedingt die Aufhebung der Verzerrung; die Wahl der Flintglas-Arten diejenige Form, bei welcher keine Nebenbilder durch Reflexionen entstehen.

Natürlich kann dieses Objectiv in allen Dimensionen angefertigt werden und es lassen sich sehr verschiedene Flintglas-Sorten dazu verwenden, wobei jedoch immer zu berücksichtigen ist, dass bei grösseren Unterschieden in der Brechungs- und Zerstreuungskraft grössere Helligkeit, aber kleineres Gesichtsfeld erzielt wird und umgekehrt. Vergrössert man den absoluten Maassstab, so muss Helligkeit und Gesichtsfeld etwas vermindert werden, damit die Deutlichkeit des Punktes sowohl in der Mitte, als auch am Rande des Sehfeldes die gleiche bleibt. Im Nachstehenden ist die Dimension für 1 Sorte gegeben:

1) Brechungscoëfficient

	stärkeres Flint	schwächeres Flint
optischer Strahl (gelbes Licht)	1,61603	1,58329
chemischer Strahl (violettes Licht)	1,64080	1,60372

Freie Oeffnung des Objectives 51‴
Wahre Brennweite 31″ 2‴

Erster	Krümmungshalbmesser	+ 95,‴21	(erhaben)	stärkeres Flint
Zweiter	„	— 39, 29	(hohl)	Mittendicke 2,‴9
Dritter	„	+ 39, 29	(erhaben)	schwächeres Flint
Vierter	„	—135, 0	(hohl)	Mittendicke 5,‴0.

Abstand bis zur Blendung 38‴.
Grösste Blendung 33‴; kleinste Blendung 11,‴3.

Die zweite Objectivhälfte ist vollkommen symmetrisch gegen die Blendung.

Das aplanatische Objectiv ist sowohl in der Construction, als im Effecte wesentlich verschieden von allen jetzigen Photographen-Objectiven.

Alle jetzigen Photographen-Objective bestehen entweder nur aus Crownglas oder aus Crown- und Flintglas, während das aplanatische Objectiv

nur aus Flintglas

besteht.

Hierdurch ist der grosse Vortheil erreicht, dass für dieselbe Bildgrösse bei grösserer Helligkeit weniger Linsen und kleinere Linsen erforderlich sind, als dies bei dem englischen Triplet-Objective, welches bis jetzt für dieselben Zwecke das beste war, der Fall ist; ferner wird bei diesem Objective die Form im Ganzen eine solche, dass keine für das Bild störenden Reflexe an den Glasflächen entstehen können. Endlich haben die Flintgläser unter einander viel proportionalere Spectren, als Crown- und Flintglas gegeneinander, wodurch nicht nur das optische, sondern auch das chemische Bild (das von den chemisch wirkenden Strahlen gebildete Bild) bedeutend an Präcision gewinnt.

In dieser Weise ist durch das aplanatische Objectiv die Möglichkeit gegeben, mit demselben Apparate Aufnahmen in den verschiedensten Branchen der Photographie zu machen und es ist dieser Apparat bei gleichen Bildgrössen kleiner und dadurch billiger, als alle früheren Constructionen.

München, den 14. Januar 1867."

Steinheil opferte also bei gewissen seiner aplanatischen Linsencombinationen einen Theil der Helligkeit des Bildes, um andere Vorzüge, insbesondere einerseits die grösste Deutlichkeit in der Mitte und gegen den Rand zu bekommen, andererseits einen grossen Gesichtsfeldwinkel und Tiefe der Bilder zu erreichen.

Welche Gesichtspunkte Steinheil leiteten, als er verschiedene Aplanate zu verschiedenen Zwecken construirte, ist im Folgenden mitgetheilt:

Wenn auch der Kugelgestaltfehler im Allgemeinen behoben ist, so ist dennoch zu bemerken, dass der Kugelgestaltfehler für die violetten Strahlen streng gehoben sein kann, dies aber nicht mehr für die anderen Farben (z. B. Blau, Ultraviolett) der Fall ist. Alle farbigen Strahlen vereinigen sich nirgends zu Einem Punkte, sondern bilden an einer Stelle nur ein kleinstes Scheibchen; an diese Stelle ist die Ebene der deutlichen Einstellung gelegt und diese soll dieselbe sein für die verschiedenen farbigen Strahlen, wenn der chemische Focus gehoben ist.

Gibt man einem Objectiv im Verhältniss zur Brennweite eine grosse Oeffnung, so sind die erwähnten Zwischenfehler gross und wenn man auch durch Anwendung engerer Blendungen den Durchmesser des Scheibchens, das ein Punkt sein sollte, kleiner bekommt, als mit der grossen Blende, so bekommt man es doch nicht so klein, als man es bekommen könnte, wenn die Strahlen für die engere Blendungsöffnung möglichst richtig gelegt worden wäre.

Hieraus folgt, dass für jene Fälle, welche die grösste Schärfe der Bilder erfordern (Reproductionen von Stichen in Strichmanier) mit Vortheil nur solche Objective verwendet werden können, bei denen der Kugelgestaltfehler und der chemische Focus für kleine Blendungsöffnung gehoben sind und welche deshalb auch grössere Helligkeit nicht mehr ertragen[31]).

Im Nachstehenden sind die verschiedenen Aplanate Steinheil's in ihrer neuesten Construction nach seinen Originalzeichnungen und Mittheilungen zum ersten Male publicirt.

1. Der gewöhnliche Aplanat.

„Der" Aplanat (nicht „das" Aplanat) ist zu Architecturen, Landschaften, Reproductionen, selbst zu Gruppen im Freien sehr gut verwendbar. Das Ver-

31) Je stärker gekrümmt die Linsen sind, um so schneller nimmt die Deutlichkeit des Bildes in der Mitte etc. mit der Vergrösserung des Linsendurchmessers bei gegebener Brennweite (Vermehrung der Lichtstärke des Objectives) ab; je flacher sie sind, desto grössere Linsenöffnungen kann man benutzen, bis die gestattete Grenze der Undeutlichkeit überschritten wird. Andererseits wird das Bild um so schneller gegen den Rand zu schlecht (Abnahme der Deutlichkeit gegen den Rand, wenn die Mitte scharf eingestellt ist), je flacher die Linsen werden.

hältniss von Oeffnung zur Brennweite ist wie 1 : 7; Gesichtsfeldwinkel circa 60° (Fig. 95).

Die beiden Linsenpaare sind achromatisch; schraubt man die Vorderlinse ab, so gibt die Hinterlinse allein (mit Blenden) eine ziemlich gute einfache Landschaftslinse, welche ein doppelt so grosses Bild gibt. Steinheil löste das Problem, welches Dallmeyer durch die Tripletlinse mit 3 Linsenpaaren erreichte, durch zwei; ferner ist der Aplanat lichtstärker als diese, frei von allen Reflexbildern und Lichtflecken.

Auch heute wird er noch in ausgedehntem Masse verwendet, wenn auch Steinheil selbst specielle Instrumente für Landschaften (Landschaftsaplanate, -Antiplanete), sowie für Reproductionen von grossen Bildern construirte.

Die Aplanate sind so gelegt, dass sie für die grossen Blendungen möglichst guten Effect geben; wenn man sich mit geringerer Helligkeit begnügt, so kann man die absolute Deutlichkeit über das ganze Bild hin steigern

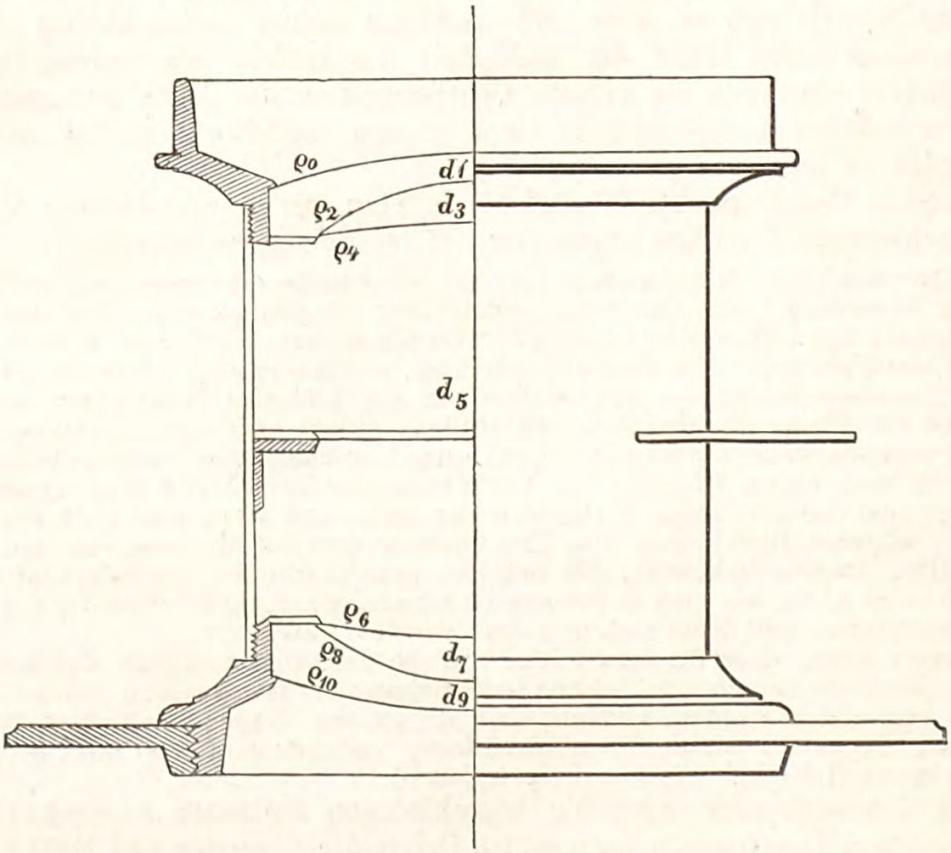


Fig. 95. Steinheil's Aplanat.

Wirksame Oeffnung 38,5 mm
Brennweite 240 „
Brechungscoëfficient: $n_d = 1{,}58027$
$n_d' = 1{,}61912$
$\frac{d_n'}{d_n} = 1{,}2436$

Krümmungsradius:
$\varrho_0 = +62{,}84$ mm, $\varrho_2 = \mp 26{,}236$ „ } Ordin. Flint $d_1 = 2{,}5$ mm (Dicke)
$\varrho_4 = -91{,}411$ „ } Leicht Flint $d_3 = 4{,}7$ „
Abstand $d_5 = 43{,}0$ „
$\varrho_6 = -91{,}411$ „, $\varrho_8 = \mp 26{,}236$ „ } Leicht Flint $d_7 = 4{,}7$ „
$\varrho_{10} = +62{,}84$ „ } Ordin. Flint $d_9 = 2{,}5$ „

(besser als wenn die Construction für grössere Oeffnung gerechnet und dann abgeblendet worden wäre), weshalb man zu Reproduction specielle Apparate construirt, ferner kann man dann den Gesichtsfeldwinkel vermehren (wichtig für Landschaften) und grössere Gleichmässigkeit der Helligkeit von der Mitte gegen den Rand zu erzielen[32]).

2. Der Landschafts-Aplanat

ist weniger hell, als der gewöhnliche Aplanat. Die wirksame Oeffnung ist $^1/_{12}$ bis $^1/_{15}$ der Brennweite, das Gesichtsfeld dieser Apparate ist noch

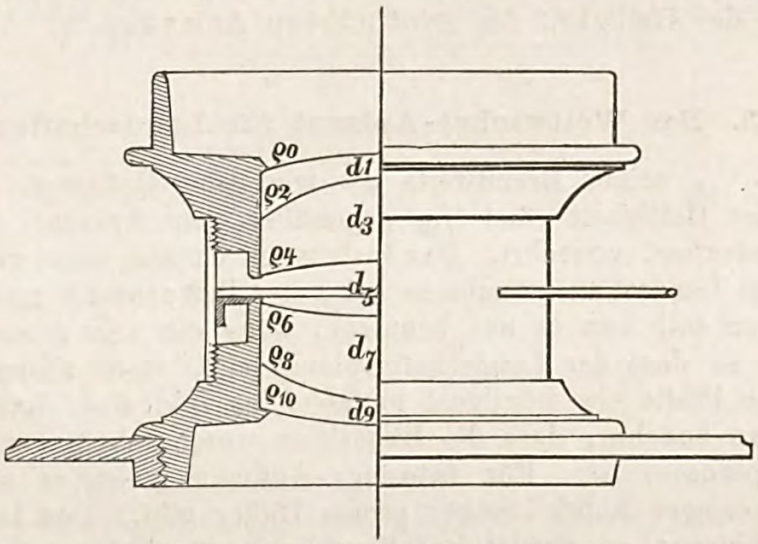


Fig. 96. Steinheil's Landschafts-Aplanat.

Wirksame Oeffnung 23 mm
Brennweite 240 „
Brechungscoëfficient: $n_d = 1{,}58027$
$n_d' = 1{,}61588$
$\frac{d_n'}{d_n} = 1{,}2161$

Krümmungsradius:
$\varrho_0 = +45{,}730$ mm } Ordin. Flint $d_1 = 2{,}24$ mm (Dicke)
$\varrho_2 = +20{,}100$ „ }
$\varrho_4 = -56{,}272$ „ } Leicht Flint $d_3 = 8{,}7$ „
Abstand $d_5 = 5{,}61$ „
$\varrho_6 = -56{,}272$ „ } Leicht Flint $d_7 = 8{,}7$ „
$\varrho_8 = +20{,}100$ „ }
$\varrho_{10} = +45{,}730$ „ } Ordin. Flint $d_9 = 2{,}24$ „

32) Verzeichniss der Steinheil'schen Aplanate:

Oeffnung		Brennweite		Bildgrösse				Preis in Mark.
				mit voller Oeffnung		mit kleinster Blende		
mm.	Lin.	cm.	Zoll.	cm.	Zoll.	cm.	Zoll.	
15,8	7	9,5	$3^1/_2$	6,8 × 5,4	$2^1/_2$ × 2	10,2 × 8,8	$3^3/_4$ × $3^1/_4$	42
24,8	11	14,2	$5^1/_4$	9,5 × 7,4	$3^1/_2$ × $2^3/_4$	14,9 × 13,5	$5^1/_2$ × 5	57
31,6	14	18,9	7	12,2 × 9,5	$4^1/_2$ × $3^1/_2$	20,3 × 17,6	$7^1/_2$ × $6^1/_2$	75
42,9	19	27,7	$10^1/_4$	16,9 × 13,5	$6^1/_4$ × 5	28,4 × 23,0	$10^1/_2$ × $8^1/_2$	105
51,9	23	35,9	$13^1/_4$	21,7 × 17,6	8 × $6^1/_2$	30,5 × 25,7	$11^1/_4$ × $9^1/_2$	132
60,9	27	44,0	$16^1/_4$	25,7 × 21,7	$9^1/_2$ × 8	32,5 × 28,4	12 × $10^1/_2$	204
74,5	33	53,8	$19^3/_4$	31,8 × 26,4	$11^3/_4$ × $9^3/_4$	37,9 × 30,5	14 × $11^1/_4$	300
88,0	39	63,6	$23^1/_2$	37,9 × 31,1	14 × $11^1/_2$	43,3 × 32,5	16 × 12	396
115	51	83,9	31	43,3 × 33,8	16 × $12^1/_2$	56,8 × 43,3	21 × 16	585

grösser (circa 95 °) als das der Aplanate, so dass mit einem solchen Instrumente mehr vom Bilde auf eine gewisse Platte gebracht werden kann und grössere Schärfe und Tiefe des Randbildes erreicht wird. Der Landschafts-Aplanat besitzt grosse Tiefe und ist für den Landschaftsphotographen bestens zu empfehlen; er wird hierzu mit mehr Vorliebe als andere Aplanate verwendet, den Gruppenantiplanet (für sehr kurze Expositionen) ausgenommen [33]) (Fig. 96).

Bei demselben sind die Linsen einander sehr genähert, mehr als beim Aplanat. Er besitzt Centralblenden und hat mit grösster wirksamer Oeffnung nur etwa $^1/_5$ der Helligkeit des gewöhnlichen Aplanaten [33]).

3. Der Weitwinkel-Aplanat für Landschaften

hat $^1/_{20}$ bis $^1/_{25}$ seiner Brennweite als wirksame Oeffnung. Durch Verminderung der Helligkeit (fast $^1/_{10}$ gegenüber dem Aplanat) ist Tiefe und Bildgrösse bedeutend vermehrt. Das Instrument umfasst einen grossen Winkel und bietet bei Landschaftsaufnahmen bei guter Beleuchtung grossen Vortheil. Im Allgemeinen soll man es nur benutzen, wenn ein sehr grosser Bildwinkel verlangt ist, so dass der Landschaftsaplanat nicht mehr ausreicht oder auf eine gegebene Platte ein möglichst umfassendes Bild einer Landschaft kommen soll; man beachte, dass die Exposition wesentlich länger, als die des Landschaftsaplanates ist. Für Interieur-Aufnahmen ist er sehr geeignet, weil er bei geringer Aufstelldistanz grosse Bilder gibt. Das Instrument hat sehr kleine Linsen; es besitzt Rotationsblenden, zu deren Befestigung die Fassung erweitert ist und die sich um *b* (Fig. 97) drehen; der Gesichtsfeldwinkel beträgt über 104 Grad [34]).

33) Verzeichniss der Steinheil'schen Landschaftsaplanate:

Oeffnung		Brennweite		Bildgrösse				Preis in Mark
				mit voller Oeffnung		mit kleinster Blende		
mm.	Lin.	cm.	Zoll.	cm.	Zoll.	cm.	Zoll.	
12	5,3	12,2	$4^1/_2$	9,5 × 7,5	$3^1/_2$ × $2^3/_4$	15 × 12	$5^1/_2$ × $4^1/_2$	60
17	7,5	16,2	6	12,5 × 10	$4^1/_2$ × $3^3/_4$	20 × 15	$7^1/_3$ × $5^1/_2$	75
23	10,2	24	$8^7/_8$	17,5 × 13,8	$6^1/_2$ × 5	28 × 20	$10^1/_3$ × $7^1/_3$	105
36	16	39	$14^3/_8$	26,3 × 20,7	$9^3/_4$ × $7^1/_2$	35 × 28	13 × $10^1/_3$	204
54	24	60	22	36 × 28	$13^1/_3$ × $10^1/_3$	52 × 41	19 × 15	400

34) Verzeichniss der Steinheil'schen Weitwinkel-Landschaftsaplanate:

Oeffnung		Brennweite		Durchmesser des runden Bildes mit kleinster Blende		Preis in Mark.
mm.	Linien.	cm.	Linien.	cm.	Zoll.	
7	3,1	12,1	54	25	$9^1/_4$	60
10,5	4,7	18,2	80,7	37	$13^2/_3$	100
14,5	6,4	26,2	116	44	$16^1/_3$	150

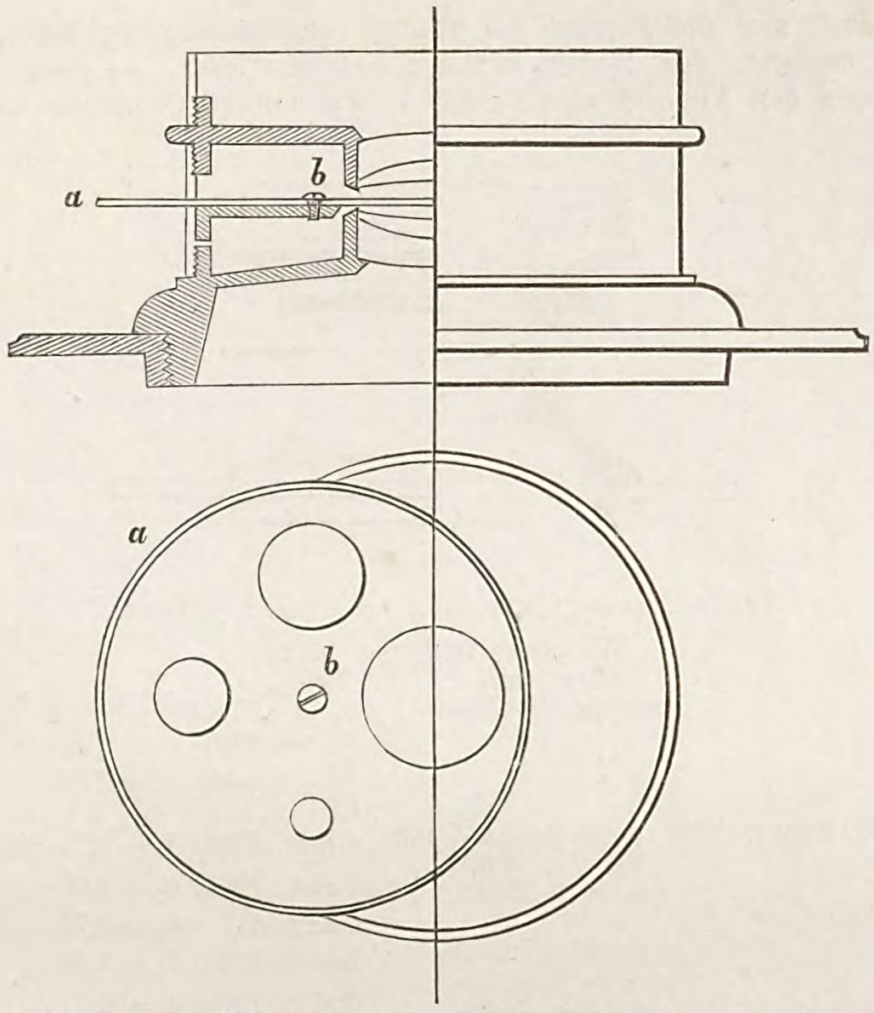


Fig. 97. Steinheil's Weitwinkel-Aplanat für Landschaften mit Rotationsblenden.

Wirksame Oeffnung 13,5 mm
Brennweite 240 „
Brechungscoëfficient: $n_d = 1{,}57762$
$n_d' = 1{,}61317$
$\frac{d_n'}{d_n} = 1{,}1895.$

Krümmungsradius:

$\varrho_0 = +34{,}76$ mm	} Ordin. Flint	$d_1 = 2{,}9$	mm
$\varrho_2 = \mp 15{,}64$ „			
$\varrho_4 = -41{,}418$ „	} Leicht Flint	$d_3 = 2{,}0$	„
	Abstand	$d_5 = 4{,}0$	„
$\varrho_6 = -41{,}418$ „	} Leicht Flint	$d_7 = 2{,}0$	„
$\varrho_8 = \mp 15{,}64$ „			
$\varrho_{10} = +34{,}76$ „	} Ordin. Flint	$d_9 = 2{,}9$	„

4. Der Weitwinkel-Aplanat für Reproductionen

ragt ebenso durch Deutlichkeit wie durch gleichmässige Helligkeit hervor. Er ist ebenso lichtschwach wie der Weitwinkelaplanat für Landschaften, aber übertrifft dieses Instrument an Schärfe, wenn eine zu reproducirende Zeichnung dem Objectiv so nahe gerückt wird, dass es in gleicher Grösse oder darüber erscheint, weshalb er besonders zur Vervielfältigung von grossen Karten etc. benützt wird. Dagegen hat dieses Objectiv eine geringere Tiefe der Schärfe, so dass es sich nicht so gut zur Aufnahme von Landschaften (wo die Schärfe auf Vorder- und Hintergrund gleichmässig vertheilt sein muss) eignet (Fig. 98). Wegen der kleinen, einander sehr nahe stehenden

Linsen sind zur Umkehrung der Bilder verhältnissmässig kleine Prismen nöthig. Zwischen den Linsen befindet sich ein Ring, so dass man auch ohne Blende den Apparat niemals mit voller Oeffnung benützen kann[35]).

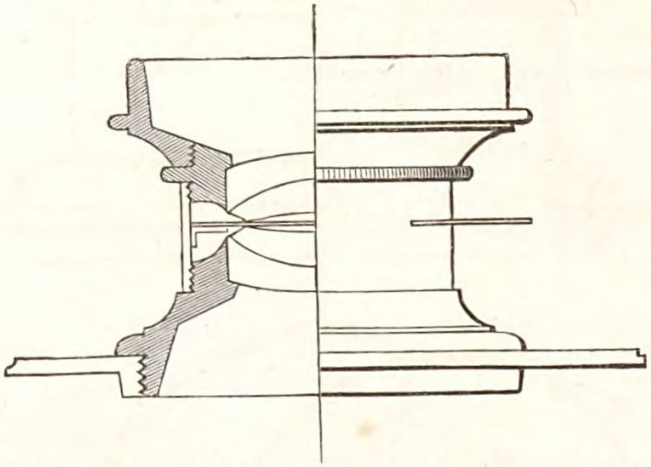


Fig. 98. Steinheil's Weitwinkel-Aplanat für Reproduction.

Wirksame Oeffnung 13 mm
Brennweite 240 „
Brechungscoëfficient: $n_d = 1{,}57762$
$n'_d = 1{,}61317$
$\frac{d_n'}{d_n} = 1{,}1895.$

Krümmungsradius:

$\varrho_0 = +33{,}437$ mm	Ordin. Flint	$d_1 = 2{,}77$ mm
$\varrho_2 = +14{,}934$ „			
$\varrho_4 = -39{,}001$ „	Leicht Flint	$d_3 = 3{,}64$ „
	Abstand	$d_5 = 1{,}73$ „
$\varrho_6 = -39{,}001$ „	Leicht Flint	$d_7 = 3{,}64$ „
$\varrho_8 = +14{,}934$ „		
$\varrho_{10} = +33{,}437$ „	Ordin. Flint	$d_9 = 2{,}77$ „

5. Der Porträt-Aplanat.

Die Idee, ein Porträt-Objectiv zu construiren, welches zwei verkittete Linsenpaare besitzt und somit nur vier Brechungen von Luft in Glas hat, während die gewöhnlichen bei den bis dahin construirten Petzval'schen nur Ein verkittetes Linsenpaar und zwei getrennt stehende Linsen besassen, verwerthete Adolph Steinheil practisch. Er nahm unterm 25. Januar 1874 ein bayrisches Patent darauf, welches er im März 1875 verbesserte, indem er etwas andere Glassorten, als sie den Angaben in jenem Patente zum Grunde lagen, verwendete, wodurch ein besserer Effect in Bezug auf Deutlichkeit, Helligkeit und Ausdehnung des Bildes erreicht wurde.

35) Verzeichniss der Steinheil'schen Weitwinkelaplanate für Reproductionen:

Oeffnung.		Brennweite		Durchmesser des runden Bildes		Preis in Mark.
mm.	Linien.	cm.	Zoll.	cm.	Zoll	
25,2	11,2	36,5	$13^1/_2$	36	$13^1/_4$	180
30	13,3	45,7	$16^2/_3$	48	$17^1/_2$	250
42,9	19	60,1	22	61	$22^1/_2$	343
59	26,2	97,5	36	84	31	800
64	28,4	122,4	$45^1/_3$	100	$38^1/_2$	1400
72	32	142,3	$52^1/_2$	120	$44^1/_2$	2000

Der Porträt-Aplanat Dr. Steinheil's (nicht zu verwechseln mit dem gewöhnlichen Aplanat und dem Gruppen-Aplanat!!) gestattet die Anwendung einer wirksamen Oeffnung, welche gleich ist dem dritten Theile der Brennweite und gibt hierbei ganz deutliche, vollkommen correct gezeichnete Bilder. Während bei den Petzval'schen Porträt-Objectiven 6 Brechungen des Lichtes von Luft in Glas sind, haben die Steinheil'schen (ähnlich wie die später von Voigtländer construirten Objective mit der neuen Patenthinterlinse) nur 4, somit weniger Lichtverlust und viel weniger, durch nur zweimalige Spiegelung in der Richtung gegen das Bild weitergehendes falsches Licht, weshalb die Porträt-Aplanate klarere Bilder geben und stärkere Beleuchtung der aufzunehmenden Objecte ertragen sollten.

Es ist characteristisch, dass der Porträt-Aplanat aus Crownglas und Flintglas zusammengesetzt ist und nicht aus zwei Flintglas-Sorten, wie der gewöhnliche Steinheil'sche Aplanat.

Nachfolgendes sind die Glassorten, welche zu diesem Objective benutzt werden:

1) Brechungscoëfficient für	Crownglas	Flintglas
Optischer Strahl (gelbes Licht)	1,51468	1,57496
Chemischer Strahl (violettes Licht)	1,53049	1,60015

Die beiden Linsensysteme, aus welchen der Apparat besteht, werden gleich gross gemacht und die Dimensionen für ein Instrument von 12 Zoll wahrer Brennweite werden folgende:

Wirksame Oeffnung des Objectives: 4 Zoll = 48 Linien.

Vorderlinse:

1. Krümmungshalbmesser	$(r_1) = +72,'''41$	(erhaben)	Flintglas; Mittendicke 2,'''88
2. „	$(r_2) = -35,02$	(hohl)	
3. „	$(r_3) = +35,02$	(erhaben)	Crownglas; Mittendicke 7,'''25
4. „	$(r_4) = -209,36$	(hohl)	

Hinterlinse:

5. Krümmungshalbmesser	$(r_5) = -384,'''1$	(hohl)	Crownglas; Mittendicke 9'''
6. „	$(r_6) = +35,02$	(erhaben)	
7. „	$(r_7) = -35,02$	(hohl)	Flintglas; Mittendicke 2,'''88
8. „	$(r_8) = +101,8$	(erhaben)	

Linsenabstand = 78,'''7.

Von dem gewöhnlichen Aplanat, dem Landschafts- und Weitwinkel-Aplanat Steinheil's unterscheidet sich der Porträt-Aplanat dadurch, dass er die Vorder- und Hinterlinse nicht symmetrisch hat, was aber beim Gruppen-Aplanat ebenfalls nicht der Fall ist.

Als besonderes Characteristicon des Porträt-Aplanaten gibt Steinheil in der Patentschrift das gleichzeitige Vorhandensein der folgenden sechs Punkte:

1) Die zwei achromatischen Linsen-Systeme, aus denen der Apparat besteht, sind beide verkittet.

2) Diese beiden achromatischen Linsensysteme stehen miteinander in einem Abstande, welcher grösser ist, als die Hälfte der wahren Brennweite des ganzen Objectives.

3) Die Flächen r_1 und r_8 sind erhaben, r_1 mit einem kürzeren Halbmesser als r_8.

4) Die Flächen r_2 und r_6 (sowie r_3 und r_7) haben gleiche oder nahezu gleiche Halbmesser.

5) Die Fläche r_4 ist mit einem kürzeren Halbmesser hohl als derjenige, mit welchem die Fläche r_5 erhaben ist.

6) Die beiden aussenliegenden Linsen sind aus stärker brechenden, die beiden innen liegenden aus der schwächer brechenden Glassorte.

Die Porträt-Aplanate Steinheil's hatten aber gegenüber den Petzvalschen Porträt-Objectiven nicht die gewünschten Vorzüge und sie wurden

deshalb abgeändert (s. u.) und an ihre Stelle setzte Steinheil die Porträt-Antiplanete.

6. Der Gruppen-Applanat.

Im Jahre 1879 construirte Steinheil den Gruppenaplanat, welcher lichtstärker als der gewöhnliche Aplanat war, sich vortrefflich zu Moment-

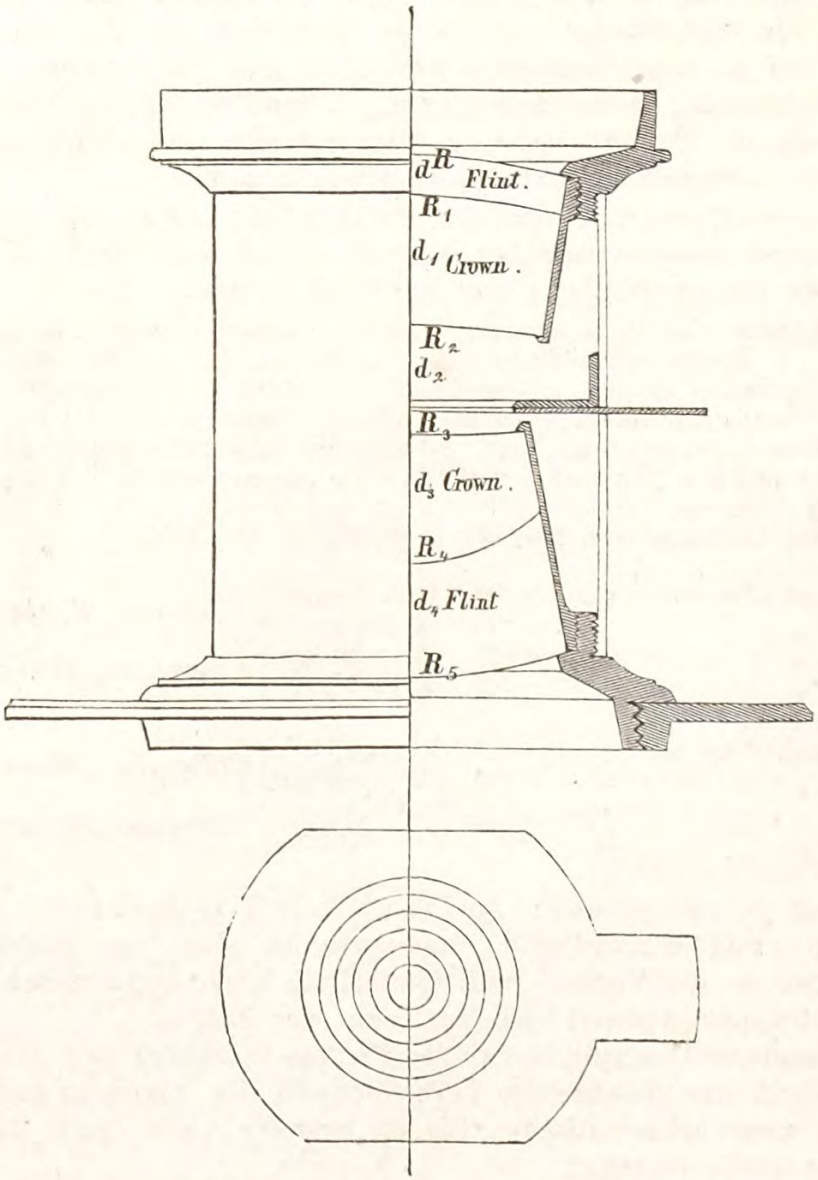


Fig. 99. Steinheil's Gruppen-Aplanat.

Die verwendeten Glassorten waren:

	Crown	Flint
Brechung für gelbe Strahlen	= 1,51705	1,57762
Brechung für violette Strahlen	= 1,53250	1,60262

Die nöthigen Elemente, um das Instrument bei einer Oeffnung von 36 mm und einer Brennweite von 174 mm anzufertigen, waren folgende:

d = 5 mm { R = + 70,128 mm, R_1 = ∓ 66,816 „ } Flint
d_1 = 16 „ { R_2 = − 100,78 „ } Crown
} Vorderlinse.

d_2 = Abstand der beiden Linsencombinationen = 13 mm

d_3 = 16 mm { R_3 = − 120,75 mm, R_4 = ± 22,5 „ } Crown
d_4 = 14 „ { R_5 = + 57,797 „ } Flint
} Hinterlinse.

aufnahmen im Freien eignete, da er scharf und tief zeichnete. Er wurde in Deutschland patentirt[36]). Der Gruppenaplanat hatte einen Gesichtsfeldwinkel von circa 70°; die Helligkeit war $1^3/_4$ mal grösser, als beim gewöhnlichen Aplanat[37]).

Das Objectiv Fig. 99 war zur photographischen Aufnahme von Gruppen, auch von Porträts und Landschaften bestimmt. Die Construction gestattete bei sonst gleichen Verhältnissen nur etwa halbe Expositionszeit von den Aplanaten.

Die Zeichnung zeigt das Instrument theils im Durchschnitt, theils in der Ansicht, auch ist aus derselben ersichtlich, dass die Linsen bedeutend konisch waren, wobei als wesentlich zu bezeichnen ist, dass die wirksame Oeffnung der inneren Flächen R_2 und R_3 eine kleinere war, als die der äusseren Flächen R und R_5.

Bei diesen Instrumenten ist es von Nachtheil, dass sie so dick im Glase sind, was sie nicht nur schwer macht, sondern bei der Herstellung grösserer Sorten grosse Schwierigkeiten bietet. Deshalb ging Steinheil von dieser Construction zu der antiplanetischen über (s. Gruppen-Antiplanet).

VII. Steinheil's Antiplanete.

Der Antiplanet (von Steinheil 1881 construirt), ist so genannt, weil zwei Linsenpaare von grossen, aber entgegengesetzten Fehlern in Bezug auf Kugelgestalt, Farbenzerstreuung etc. combinirt sind. Es ist keine symmetrische Construction. Die Vorderlinse hat eine kürzere Brennweite als das ganze System; die Hintercombination besitzt eine negative Brennweite und entgegengesetzte Fehler, wodurch grössere Tiefe der Schärfe erreicht wird. Die Hintercombination ist sehr dick im Glase und nimmt den grössten Theil der Fassung ein, die Blende liegt in der Mitte der Linse, welche ganz nahe aneinander gerückt sind.

Auch hier hat Steinheil zwei Arten construirt; Einen Antiplanet für Gruppen und Landschaften (bes. zu Momentaufnahmen im Freien) sowie Interieurs, welcher sich durch ausserordentliche Tiefe auszeichnet und reichlich zweimal lichtstärker als der gewöhnliche Aplanat ist; einen anderen noch lichtstärkeren für Porträte, welcher das gewöhnliche Petzval'sche Instrument an Lichtkraft erreicht, aber namentlich demselben durch grössere Deutlichkeit am Rande und Tiefe überlegen ist[38]). Beide unterscheiden sich in ihrer Construction, wie die Zeichnung zeigt.

36) Deutsche Patentschriften. No. 6189. 1879.

37) Verzeichniss der Steinheil'schen Gruppenaplanate:

Oeffnung		Brennweite		Bildgrösse				Preis in Mark.
				mit voller Oeffnung		mit kleinster Blende		
mm.	Lin.	cm.	Zoll.	cm.	Zoll.	cm.	Zoll.	
27	12	13,2	$4^7/_8$	7,5 × 6	3 × $2^1/_4$	14 × 12	$5^1/_4$ × $4^1/_4$	100
36	16	17,4	$6^1/_2$	10 × 7,5	$3^3/_4$ × $2^3/_4$	18 × 16	$6^3/_4$ × $5^3/_4$	130
49	22	23,9	$8^3/_4$	13,5 × 10	5 × $3^3/_4$	25 × 21	$9^1/_4$ × $7^3/_4$	180

38) Steinheil rechnete sämmtliche Reflexbilder der verschiedenen spiegelnden Linsenflächen und legte die Linsen derartig, dass kein einziges schädlich für

Beim Antiplanet für Gruppen und Landschaften ist die hintere Linsencombination verkittet (Fig. 100).

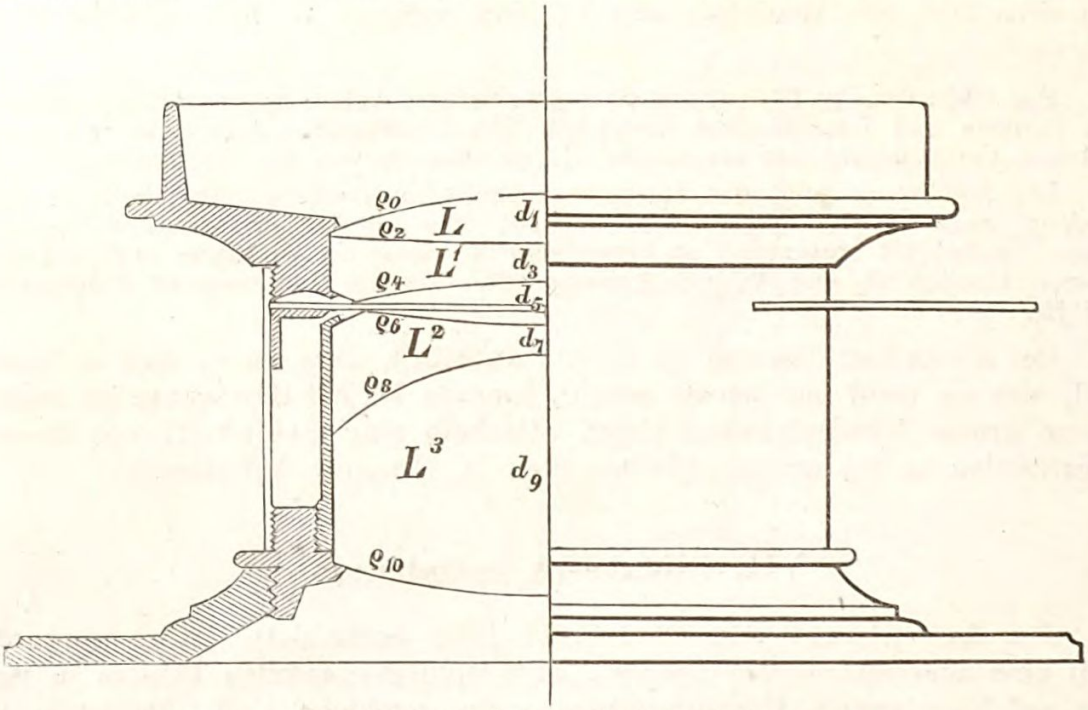


Fig. 100. Steinheil's Antiplanet für Gruppen.

Wirksame Oeffnung 43 mm
Brennweite 240 „
Brechungscoëfficient: $n_d = 1{,}51705$
$n'_d = 1{,}57762$
$\frac{d_n'}{d_n} = 1{,}6183$

$\varrho_0 = +$ 64,1 mm	Leicht Flint	$d_1 =$	4,92	mm
$\varrho_2 = \mp$ 287,2 „				
$\varrho_4 = -$ 98,4 „	Crown	$d_3 =$	4,1	„
	Abstand	$d_5 =$	4,1	„
$\varrho_6 = -$ 98,4 „	Leicht Flint	$d_7 =$	3,28	„
$\varrho_8 = \mp$ 34,44 „				
$\varrho_{10} = +$ 72,14 „	Crown	$d_9 =$	24,6	„

das eigentliche Bild wirkt. Er beschreibt zweimal gespiegelte Reflexbilder beim Gruppen-Antiplanet:

Wahre Brennweite	88,93 mm
Bild von der letzten Fläche	87,08 „
Abstand von der ersten zur letzten Fläche .	14,8 „

Spiegelnde Flächen.	Zahl der Brechungen.	Abstand des Bildes von der letzten Fläche*).	Wahre Brennweite des Reflexbildes.	Lage des Bildes.	Verhältniss der Eintritts- zur Austrittshöhe.
ϱ_{10}^i und ϱ_0^i	(14)	— 13,7	+ 13,9	umgekehrt	1 : 1,0
ϱ_{10}^i „ ϱ_4^a	(10)	— 8,0	+ 10,9	„	1 : 0,7
ϱ_6^a „ ϱ_0^i	(10)	— 6,0	+ 8,0	„	1 : 0,7
ϱ_{10}^i „ ϱ_6^i	(8)	— 3,2	+ 13,9	„	1 : 0,2
ϱ_6^a „ ϱ_4^a	(6)	+ 0,3	+ 10,5	„	1 : 0,03
ϱ_4^i „ ϱ_0^i	(8)	+ 5,0	+ 14,7	„	1 : 0,3

*) Negativ auf Seite des einfallenden Lichtes, positiv auf Seite des Bildes (Visirscheibe).

Beim Antiplanet für Porträte sind die Linsen der Hintercombination getrennt und die letzteren wirken sehr stark negativ[39]). Fig. 101 zeigt deutlich dessen Construction.

Die Antiplanete sind auch zu Vergrösserungen verwendbar, jedoch muss in letzterem Falle die Vorderlinse dem vergrösserten Bilde und die Hinterlinse dem zu vergrössernden Objecte zugewendet sein.

Auf das Antiplanet erhielt Steinheil am 13. April 1881 ein Deutsches Patent. Die Patentschrift lautet:

„Es ist nicht schwierig, Objective für Photographie zu construiren, welche ebene Bilder liefern, es nimmt jedoch die Deutlichkeit der Bilder bei den bisher bestehenden Constructionen von der Mitte gegen den Rand langsamer oder rascher ab, je nachdem die Construction eine mehr oder weniger vollkommene ist. Verbesserungen in dieser Beziehung erfordern total andere Formen der Objective.

Der Erfinder hat durch jahrelange Berechnungen gefunden, dass ein aus zwei Linsenpaaren bestehendes (Doppel-) Objectiv diesen Fehler um so weniger besitzt, je ungleicher die Leistung des Gesammtobjectives in seine beiden Hälften vertheilt ist. Bei den in Rede stehenden antiplanetischen Objectiven ($\alpha\nu\tau\iota$ = entgegen, $\pi\lambda\alpha\nu\alpha o$ = abirren, also aus Hälften mit entgegengesetzten Fehlern gebildet) haben die beiden Hälften sehr grosse und entgegengesetzte Fehler, und während die eine Hälfte eine kürzere Brennweite als das Gesammtsystem hat, besitzt die andere eine negative Brennweite.

Diese Objective erhalten zwei verschiedene Formen, je nach der beabsichtigten Anwendung:

1. für Aufnahme im Freien von Gruppen, Landschaften etc., bei welchen der Reflexe halber nicht mehr als zwei getrennt stehende Linsen (vier Brechungen aus Luft in Glas oder aus Glas in Luft) vorkommen dürfen und deshalb jede der Hälften verkittet sein muss;

2. für Aufnahme im Atelier von Porträten etc., wo grosse Oeffnung im Verhältniss zur Brennweite Hauptbedingung ist, dagegen gestattet werden darf, die Linsen der einen Hälfte zu trennen.

Zu 1. Der „Antiplanet für Gruppen“, mit dem im Freien gearbeitet werden soll, erhält bei 240 mm Brennweite 43 mm Oeffnung.

Die dem einfallenden Licht zugewendete (vordere) Hälfte besteht aus einer biconvexen Flintglaslinse L, verkittet mit einer biconcaven Crownglaslinse L^1, welche Combination eine Brennweite von ca. 216 mm hat und starke chromatische und sphärische Aberration, sowie stark gekrümmtes Bild im Sinne, wie eine einfache positive Linse besitzt; die zweite Hälfte, welche in geringem Abstand von

39) Verzeichniss der Steinheil'schen Antiplanete:

I. Porträt-Antiplanete.

Oeffnung mm.	Brennweite cm.	zur Aufnahme von	Preis in Mark.
16	5	Köpfen in Medaillongrösse .	50
76	24	Visitkarten	220
92	32	Cabinetformat	400

Grössere Objective wurden vorläufig nicht angefertigt.

II. Gruppen-Antiplanete (reichlich doppelte Helligkeit der Aplanate).

Oeffnung mm.	Brennweite cm.	Bildgrösse mit voller Oeffnung cm.	Bildgrösse mit kleinster Blende cm.	Preis in Mark
17	9,5	6,8 × 5,4	10,2 × 8,8	45
25	14,4	9,5 × 7,4	14,9 × 13,5	60
33	18,4	12,2 × 9,5	20,3 × 17,6	80
43	24	15,8 × 10,8	24,8 × 20	105
48	27,5	16,9 × 13,5	28,4 × 23	130
64	36	21,7 × 17,6	30,5 × 25,7	210

der ersten steht, besteht aus einer biconcaven Flintglaslinse L^2, verkittet mit einer biconvexen Crownglaslinse L^3 und hat sehr lange negative Brennweite, sowie ebenso starke sphärische und chromatische Aberration, aber im entgegengesetzten Sinne, so dass sie die Fehler der ersten Hälfte aufhebt.

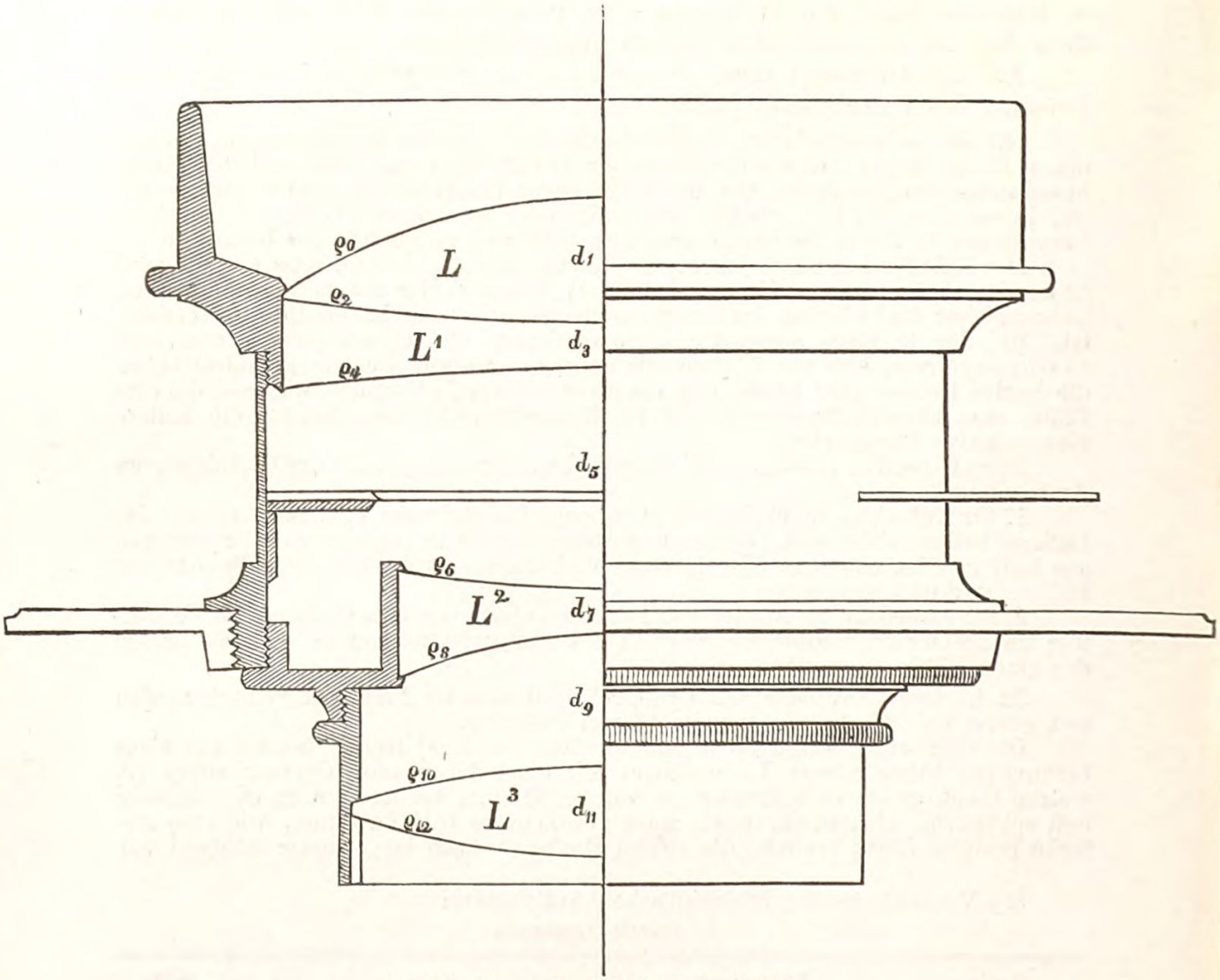


Fig. 101. Steinheil's Antiplanet für Porträts.

Wirksame Oeffnung 76 mm
Brennweite 240 „

Brechungscoëfficient: $n_d = 1{,}51705$
$n'_d = 1{,}57762$
$\frac{d_n'}{d_n} = 1{,}6183$

$\varrho_0 = +72{,}244$ mm $\varrho_2 = \pm 240{,}81$ „ $\varrho_4 = -535{,}14$ „	Crown Leichtflint Abstand	$d_1 = 14{,}7$ mm $d_3 = 5{,}35$ „ $d_5 = 26{,}7$ „
$\varrho_6 = -140{,}93$ „ $\varrho_8 = -61{,}951$ „	Leichtflint Abstand	$d_7 = 5{,}35$ „ $d_9 = 15{,}8$ „
$\varrho_{10} = +109{,}83$ „ $\varrho_{12} = +95{,}30$ „	Crown	$d_{11} = 10{,}7$ „

Die verwendeten Glassorten sind:

	Crown	Flint
Brechung für gelbe Strahlen	1,51705	1,57710
„ „ violette „	1,53250	1,60229.

Die nöthigen Elemente, um das Instrument bei einer Oeffnung von 43 mm nud einer Brennweite von 240 mm auszuführen, sind schon S. 240 erwähnt.

Die Zeichnung, Fig. 99 und 100, zeigt das beschriebene Objectiv theils in der Ansicht, theils im Durchschnitt.

Zu 2. Der „Antiplanet für Porträte“, im Atelier anzuwenden, hat bei der gleichen Brennweite von 240 mm 76,25 mm Oeffnung der vorderen Hälfte; die zweite (hintere) Hälfte besteht aus zwei ungleich grossen, getrennt stehenden Linsen, und zwar einer Flintlinse $*L^2$ von 46,4 mm und einer Crownlinse $*L^3$ von 58,8 mm Oeffnung.

Die vordere Hälfte, bei welcher der erste Radius sehr kurz ist, hat eine positive Brennweite von ca. 156 mm und besteht aus einer biconvexen Crownglaslinse $*L$, verkittet mit einer biconcaven Flintglaslinse $*L^1$, und hat starke chromatische und sphärische Aberration und stark gekrümmtes Bild im Sinne, wie eine einfache positive Linse diese Fehler besitzt.

Die hintere Combination, welche sich in einem Abstande, der ungefähr ein Drittel der Oeffnung der Vorderhälfte beträgt, befindet, ist aus einer biconcaven Flintglaslinse $*L^2$ und einer biconvexen Crownglaslinse $*L^3$ gebildet, welch letztere in einem Abstande von ca. ein Viertel ihrer Oeffnung von $*L^2$ entfernt steht.

Diese (hintere) Hälfte besitzt eine negative Brennweite von ca. 777 mm, hat ebenfalls starke sphärische und chromatische Aberration, sowie stark gekrümmtes Bild, aber entgegengesetzt der vorderen Combination. (Fehler, wie eine einfache Negativlinse.)

Es ist somit das Gesammtobjectiv gebildet aus einem nicht compensirten, positiven und einem übercompensirten, negativen Linsenpaar.

Die verwendeten Glassorten sind wie oben

	Crown	Flint
Brechung für gelbe Strahlen	1,51705	1,57710
„ „ violette „	1,53250	1,60229.

Die nöthigen Dimensionen, um dieses Instrument bei gleicher Brennweite von 240 mm und 76,25 mm Oeffnung anzufertigen, wurde schon S. 239 angegeben.

Patent-Ansprüche:

1. Die Anordnung und Construction von antiplanetischen Objectiven, welche aus zwei verkitteten Linsenpaaren bestehen, wobei das eine Paar LL^1 grosse, dem anderen Paar L^2L^3 entgegengesetzte Fehler enthält und die eine Hälfte eine kürzere positive Brennweite als das Gesammtsystem, die andere eine negative Brennweite besitzt und beide aus den angegebenen oder ähnlichen Glassorten hergestellt sind.
2. Die Anordnung und Construction von antiplanetischen Porträtobjectiven, bei welchen die beiden Hälften grosse, aber entgegengesetzte Fehler besitzen und zugleich die Brennweite der einen Hälfte eine positive und kürzere als die des Gesammtsystems, die der anderen Hälfte dagegen eine negative ist und beide aus den angegebenen oder ähnlichen Glassorten hergestellt sind.

VIII. Den Aplanaten ähnliche Objective.

A. Der ursprüngliche Steinheil'sche Aplanat wird in allen Ländern vielfach nachgebildet und zwar unter verschiedenen Namen: so z. B. als „Objective Orthopanactinique“, Aplanétique, Globelens rapide, Euryscope rectilinéaire, Symmetrical Lens.

In Deutschland werden Aplanate von Steinheil in München, von der optischen Industrie-Anstalt in Rathenow[40]) und von

40) Anm. s. S. 242.

Sutter in der Schweiz erzeugt (Basel). In Frankreich ist der Aplanat sehr beliebt und wird von Gasc und Charconnet, Hermagis[41]), Derogy, Berthiot, Français in Paris erzeugt. (Ueber Rectilinear s. S. 244 und 244.)

B. Voigtländer construirte um das Jahr 1878 ein dem Aplanate sehr ähnliches[42]) vollkommen symmetrisches Objectiv, welches er Euryscop (wegen seiner Tiefe) nannte. Es ist zur Aufnahme von Landschaften, Gruppen nnd Reproductionen bestimmt, arbeitet scharf und tief und ist etwas lichtstärker, als der gewöhnliche Steinheil'sche Aplanat. Es wird mit Vorliebe dort zu Gruppenaufnahmen verwendet, wo man mit dem gewöhnlichen Porträtobjectiv kein genügend grosses, bis zum Rande scharfes Bild erhält[43]). Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite 1 : 6; Bildwinkel 65 — 85°. Doppelt so lichtstark, als das Orthoscop.

40) Verzeichniss der Aplanate der Rathenower Anstalt:

Oeffnung der nach aussen gekehrten convexen Fläche beider Objective		Oeffnung der nach innen gekehrten concaven Fläche beider Objective		Brennweite, gemessen von der hinteren Objectiv-Fläche		Brennweite deräquivalenten einfachen Linse		Netto-Grösse der Landschaften u. Reproductionen mit den kleinsten Blenden		Netto-Grösse der Gruppen mit den grösseren Blenden		Eine 15 Fuss vom Objectiv entfernte $5^1/_2$ Fuss grosse Person erscheint im Bilde in einer Grösse von		pro Stück
Lin.	mm.	Lin.	mm.	Zoll.	cm.	Zoll.	cm.	Zoll.	cm.	Zoll.	cm.	Zoll.	cm.	Mk.
8	18	$6^1/_2$	15	$3^1/_2$	9,1	4	10,4	$3^1/_4$: 4	8,5 : 10,4	$2^1/_2$: 3	6,5 : 7,8	$1^5/_8$	4,2	38
12	27	$9^1/_4$	21	$5^1/_4$	13,7	6	15,7	$4^1/_2$: 6	11,7 : 15,7	$3^1/_4$: 4	8,5 : 10,4	$2^1/_2$	6,5	52
15	34	$12^1/_4$	28	7	18,3	8	20,9	6 : 8	15,7 : 20,9	$4^1/_2$: 6	11,7 : 15,7	$3^1/_4$	8,5	68
20	45	$16^3/_4$	38	$10^1/_4$	26,7	$11^5/_8$	30,3	8 : 10	20,9 : 26,1	6 : 8	15,7 : 20,9	$4^5/_8$	12,0	95
24	54	$20^1/_4$	46	$13^1/_4$	34,6	$15^1/_4$	39,8	10 : 12	26,1 : 31,3	8 : 10	20,9 : 26,1	$6^1/_4$	16,3	120
28	63	23	52	$16^1/_4$	42,4	$18^1/_2$	48,3	12 : 15	31,3 : 39,2	10 : 12	26,1 : 31,3	$7^1/_2$	19,5	184
40	90	33	75	$23^1/_2$	61,5	27	70,5	15 : 20	39,2 : 52,2	12 : 15	31,3 : 39,2	$10^1/_2$	27,4	360

41) Verzeichniss der Aplanate von Hermagis in Paris:

Nos	Diamètres en Millimètres.	Foyers en Centimètres.	Dimensions des épreuves		Prix
			Portraits-Groupes	Vues.	Franc.
1	110	85	33 × 45	50 × 60	600
2	81	64	30 × 39	33 × 45	300
3	70	54	27 × 33	30 × 39	225
4	61	44	24 × 30	37 × 33	180
5	54	36	18 × 24	24 × 30	130
6	44	28	13 × 18	21 × 27	90
7	33	19	9 × 12	15 × 20	80
8	26	14	8 × 10	10 × 15	65
9	16	9	5 × 7	8 × 10	55

42) Dimensionen des Euryscopes, auf die wahre Brennweite 10 cm reducirt, verglichen mit dem Aplanate:

Euryscop.	Aplanat.
$R_1 = R_6 = 2{,}52$	$R_1 = R_6 = 2{,}506$
$R_2 = R_5 = 1{,}062$	$R_2 = R_5 = 1{,}037$
$R_3 = R_4 = 3{,}22$	$R_3 = R_4 = 3{,}346$
Distanz beider Linsen circa 1,98.	Distanz beider Linsen = 1,54.

43) Anm. s. S. 243.

C. Das Weitwinkel-Rectilinear von Dallmeyer ist in den Patentschriften vom 27. September 1866, Nr. 2502 beschrieben. Dieses Objectiv, welches einen grossen Winkel umfasst, ist charakterisirt dadurch, dass das dichtere oder stärker brechende Medium, d. i. die Flintglaslinse, die äussere Stelle in beiden Combinationen einnimmt; die convexe Seite der Flintglaslinse der Vorder-Combination ist der Landschaft etc. zugewendet und jene der Hinter-Combination der Visirscheibe[44]). Die Hinterlinse hat einen kleineren Durchmesser, als die Vorderlinse.

Um einen Gesichtswinkel von ungefähr 100° zu geben und für eine wirksame Linsenöffnung von $^1/_{15}$ der Brennweite ist die Construction folgende:

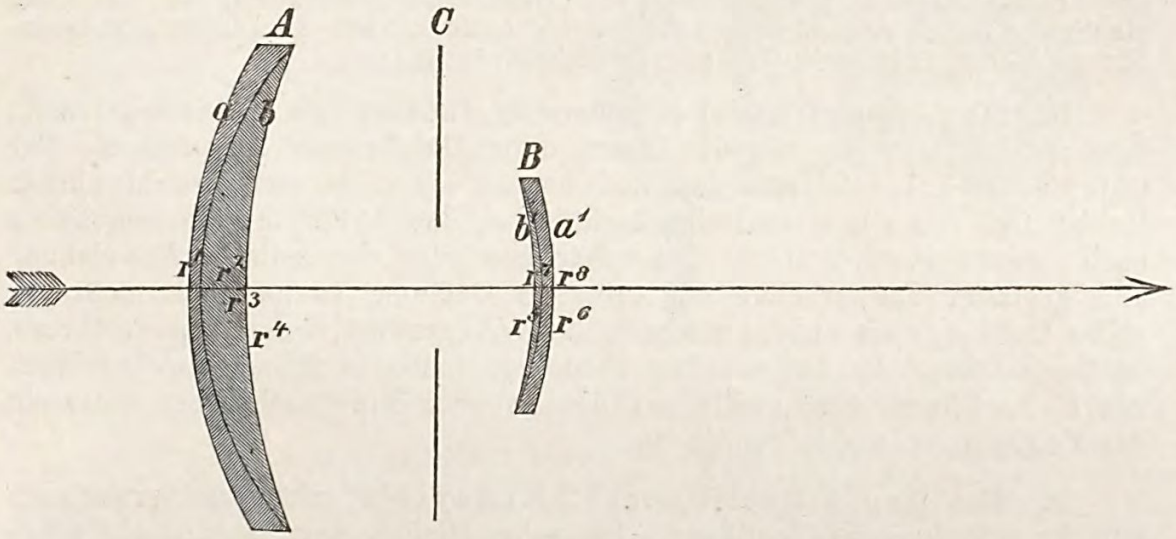


Fig. 102. Dallmeyer's Weitwinkel-Rectilinear.

Es werden zwei gleiche Combinationen, A und B, mit ungefähr gleicher Brennweite gemacht und zwar so, dass deren Brennweite sich zu der Brennweite des ganzen Objectives wie 2 : 1 verhält. Jede Combination besteht aus einer tiefen concav-convexen Flintglas-Linse a und a' und einem tiefen Crownglas-

43) Verzeichniss der Voigtländer'schen Euryscope:

Nr.	Oeffnung des Objectives mm.	Brennweite der äquivalenten einfachen Linse mm.	Bildgrösse für Reproductionen cm.	Bildgrösse für Landschaften und Gruppen cm.	Preis Mark.
0	26	150	Für stereoskopische Aufnahmen.		60
1	39	250	21	21 × 26,5	100
2	46	302	26	26 × 31,5	116
3	53	351	31,5	31,5 × 37	140
4	66	439	37	37 × 42	200
5	79	527	44,5	42 × 47	300
6	92	646	50	47 × 52,5	400
7	105	765	58	52,5 × 64	520
8	131	950	64	79 × 95	950

44) Bekanntlich besteht bei der Kugellinse, Augenlinse, Pantoscop die äussere Fläche aus Crownglas, also umgekehrt als bei obiger Anordnung, welche Dallmeyer anwendete. Bei den Aplanaten von Steinheil und den Nachbildungen desselben befindet sich gleichfalls das stärker brechende Glas an der Aussenseite, jedoch sind zwei Flintglasseiten verwendet.

meniscus b und b'; das Verhältniss der Brennweite zwischen a und b und a' und b' ist je nach der Qualität des Glases so, dass die Combination achromatisch wird. Der Durchmesser der Vorderlinse A ist $^1/_5$ des Focus des Objectives (also $= \frac{f}{5}$) und der Krümmungsradius von r^1 ist $\frac{f}{5}$. Der Krümmungsradius der concaven Fläche r^4 der Crownglas-Linse b verhält sich zu dem Radius von r^1 wie 4:3. Die inneren Flächen r^2 und r^3 sind identisch und verkittet und derartig gewählt, dass die Combination achromatisch ist. Der Durchmesser der Hinterlinse B verhält sich zu dem von A wie 1:2 und der Krümmungsradius der hinteren convexen Fläche r^8 der Flintglaslinse a^1 verhält sich zu dem Radius von r^1 wie 7:6. Der Krümmungsradius der concaven Fläche r^5 der Crownglaslinse b' verhält sich zu r^8 wie 4:3. Die Krümmungen r^7 und von r^6 sind identisch und verkittet und je nach der Art des Glases so gewählt, dass die Combination achromatisch ist. Die Combination A und B sind derartig von einander entfernt, dass die Distanz der Innenflächen $^1/_7$ der Brennweite des ganzen Objectives ist.

Das Diaphragma (Blende) c ist derartig zwischen den Linsen angebracht, dass die Entfernungen von den Linsen deren Durchmesser entsprechen. Das Objectiv ist frei von Distortion und umfasst einen grossen Gesichtswinkel. Es ist frei von einem centralen Lichtflecke, hat weder für die centrischen noch excentrischen Strahlen eine sphärische oder chromatische Abweichung und gestattet das Arbeiten mit grösserer Oeffnung (wenn auch nicht mit voller Oeffnung) als andere ältere Systeme (Augenlinse, Pantoscop etc.), resp. ist lichtstärker. Es hat mit dem Pantoscop (neben welches man das Weitwinkel-Rectilinear gern stellt) nur den grossen Bildwinkel, aber sonst mit der Construction nichts gemein[45]).

D. Das Rapid-Rectilinear Dallmeyer's (nicht zu verwechseln mit dem Weitwinkel-Rectilinear) ist sehr ähnlich dem Steinheil'schen Aplanate. Das Instrument ist etwas lichtstärker als der Aplanat, aber lichtschwächer als der Gruppen-Antiplanet.

E. Die amerikanische „Ratio Lens" ist nicht unähnlich dem Aplanat oder Rectilinear. Die Anordnung der Linsen ist ungefähr dieselbe, wie beim Dallmeyer'schen Weitwinkel-Rectilinear. Die Hinterlinse ist etwas kleiner und hat eine kürzere Brennweite, als die Vorderlinse[46]).

F. Morrison in New-York erzeugt aplanatische Linsen in mehreren Arten.

1) Die Rapid Symmetrical-Linse besteht in Folgendem: Jede achromatische Linsenhälfte besteht aus einer plan-convexen Crownglaslinse, an welche eine biconcave Flintglaslinse eng angeschlossen ist; die Krümmung jener dem Crownglas zugekehrten Seite ist sehr gering, so dass beide Linsen nicht unmittelbar aneinanderschliessen, sondern einen mit Luft gefüllten Zwischenraum lassen.

2) Die Morrison'sche Weitwinkellinse besteht aus einem achromatischen Meniscus als Vorderlinse und einem einzigen (nicht achromatisirten) Meniscus als Hinterlinse. Die erstere ist übercorrigirt, so dass dadurch gleich der Fehler der einfachen Hinterlinse aufgehoben ist. Diese Weit-

45) Der Hauptnachtheil des Pantoscopes gegenüber den Weitwinkel-Aplanaten oder Rectilinear besteht darin, dass bei dem ersteren der Rand des Bildes viel schwächer als die Mitte beleuchtet ist; dieser Fehler tritt beim Pantoscop in besonders hohem Grade auf.

46) Traill Taylor's „The Photographic Amateur". 1881. S. 86.

winkellinsen sind verhältnissmässig sehr lichtstark und besonders in Amerika sehr beliebt[47]).

IX. Das Kugel-Objectiv.

Harrison's Kugelobjectiv[48]) (Globe Lens, Objective Globe), welches 13. October 1860 in England patentirt wurde[49]), dient zur Aufnahme von Ansichten, Architecturen und Zeichnungen etc. Es besteht aus zwei gleichen, achromatischen Meniscen, deren Entfernung eine derartige ist, dass die äusseren Flächen der Meniscen verlängert, sich zu einer und derselben Kugelfläche vereinigen, daher der Name[50]).

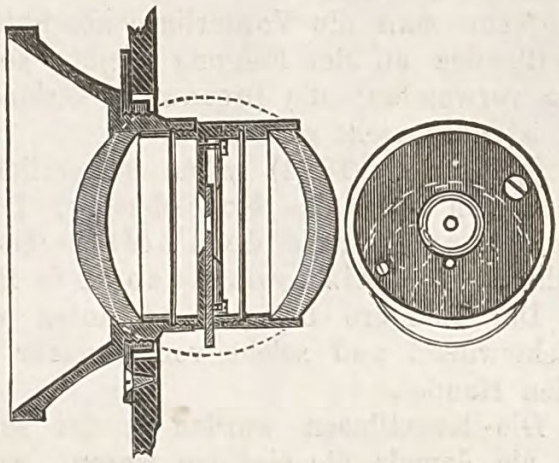


Fig. 103. Kugel-Objectiv.

Harrison's Kugelobjectiv gibt ein Bild von 90°; es ist frei von Verzeichnung (aber nur, wenn die Camera horizontal steht), besitzt keinen chemischen Focus, braucht aber sehr kleine Blenden (höchstens darf der Durchmesser der Blende $^1/_{36}$ der Brennweite sein), da sonst das Bild auf seiner ganzen Fläche

47) Morrison's Weitwinkel-Objective für Architectur, Ansichten etc. frei von Verzerrung und Lichtfleck. (Nach Liesegang's Preisverzeichniss in Düsseldorf.)

Nr.	Brennweite.	Bildgrösse.	Durchmesser.	Preis.
1.	3 Zoll	$4^1/_2 \times 3^1/_2$ Zoll $= 12 \times 9$ cm	12 Linien	48 Mark
2.	4 „	$5^1/_2 \times 4$ „ $= 15 \times 10$ „	12 „	48 „
3.	5 „	7×5 „ $= 18 \times 13$ „	12 „	48 „
4.	6 „	9×7 „ $= 24 \times 18$ „	15 „	48 „
5.	8 „	11×9 „ $= 30 \times 24$ „	17 „	75 „
6.	$11^1/_2$ „	15×11 „ $= 40 \times 30$ „	17 „	85 „

Die Objective Nr. 1 bis 4 passen auf denselben Ring, ebenso Nr. 5 und 6.

48) Phot. Arch. 1864. S. 7. Monckhoven, Phot. Optik. S. 130.

49) Es erschien fast gleichzeitig mit dem Dallmeyer'schen Triplet.

50) Die Linsen sind aus Flint und Crownglas zusammengekittet. Die Blenden (Rotationsblenden) sind in der Mitte der Vorder- und Hinterlinse eingekittet. Die Instrumente von Gasc und Charconnet zeigen nach Monckhoven folgende Construction:

Krümmungs-Radius der 1. Oberfläche (Crown) äussere	1412
„ „ 2. „ „	2403
„ „ 3. „ (Flint)	2403
„ „ 4. „ „	1620
Linsendurchmesser	1875
Dicke des Meniscus (an seinem Centraltheil)	231,5
Entfernung auf der Axe gemessen (von den äusseren Flächen)	2824
Absolute Focuslänge	10,000,7
Oeffnung des grössten Diaphragmas $\frac{f}{36}$, ...	$= 277,7$
„ „ kleinsten „ $\frac{f}{72}$, ...	$= 138,8$
Dichtigkeit des Crownglases 2,543	($n'_H = 1,53$)
„ „ Flintglases 3,202	($n_H = 1,60$)

unscharf ist. Die Nothwendigkeit, sehr kleine Blenden anzuwenden, macht das Instrument nicht nur lichtschwach, sondern verschuldet auch, dass bei den damit aufgenommenen Bildern der Vordergrund meist unterexponirt ist, während der Horizont solarisirt ist; es arbeitet gut bei Panoramen ohne Vordergrund, lässt aber Brillanz und Relief vermissen, wenn am Bild viel Vordergrund ist.

Wenn die kleinste Blende angewendet wird, zeigt das Bild eine ausserordentliche Feinheit.

Wenn man die Vorderlinse abschraubt, so dass nur die hintere nebst den Blenden an der Fassung bleibt, so lässt sich die Hinterlinse für sich allein verwenden; die Brennweite verlängert sich dann um's Doppelte, das Bild ist aber nicht ganz correct.

Später (um 1864) haben namentlich Hermagis, Gasc und Charconnet in Paris das Kugelobjectiv, Letztere unter dem Namen Augenlinse, Lentiforme de l'oeil[51]) (Gesichtsfeldwinkel 70 bis 85°), eingeführt; Français sowie Auzoux in Paris nennen es Globe Lens.

Der Letztere bringt Kugellinsen von längerer Brennweite und 90° Gesichtswinkel und solche von kürzerer Brennweite (lichtstärker) und 120° in den Handel.

Die Kugellinsen wurden in den sechziger Jahren vielfach verwendet, weil sie damals die einzigen waren, welche ermöglichten, Monumente bei kurzer Aufstelldistanz ohne Verzerrung zu reproduciren; sie wurden durch die Tripletlinsen und dann durch die Aplanate und Rectilinearobjective überflügelt[52]).

51) Phot. Corresp. 1864. S. 147.

52) Nachstehende Tabellen geben eine Uebersicht über die gebräuchlichen Grössen der Kugelobjective, deren Leistungen und Preise.

Français' Kugellinse für Monumente, Landschaften und Reproductionen; Gesichtsfeldwinkel 90°:

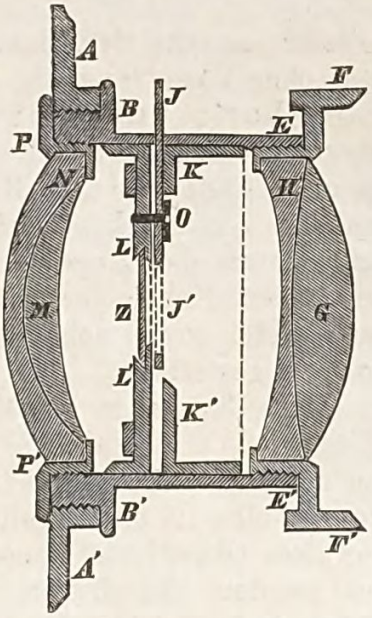
Linsendurchmesser mm.	Preis Franc.	Brennweite cm.	Bildgrösse m.
20	50	5	0,08
30	60	6 et 7	0,10
40	70	12	0,18
50	100	15	0,24
60	120	20	0,30
70	150	25	0,36
80	200	30	0,45
100	400	50	0,70

Charconnet et Leverne in Paris (Nachfolger von Gasc und Charconnet) führen an:

Linsendurchmesser mm	Brennweite cm.	Preis Franc.
35	5	40
40	11	60
44	17	80
60	20	150
70	30	200
81	36	250
110	51	500
140	100	1200

X. Das Ross'sche Doppel-Objectiv.

Das Doppelobjectiv von Thomas Ross wurde um das Jahr 1865 construirt[53]). Es hat geringere sphärische Abweichung als das Kugelobjectiv, was die Anwendung grösserer Blenden gestattet. Es umfasst einen Winkel von 80°, ist frei von Verzerrungen, hat aber sonst dieselben Nachtheile, wie das Kugelobjectiv. Es besteht aus zwei achromatischen Linsen EE' und PP' (die Linsen EE' sind dem zu reproducirenden Object zugewendet). Jede dieser beiden Linsen kann einzeln als einfaches Objectiv verwendet werden. Die Diaphragmen, deren grösste $^1/_{25}$ von der Brennweite Oeffnung hat und deren kleinstes $\frac{f}{45}$ ist, sind in der Mitte bei J' angebracht. (Monckhoven.)



104. Ross's Doppel-Objectiv.

XI. Das Busch'sche Pantoscop.

Das Pantoscop von Busch in Rathenow war noch vor den Steinheil'schen Aplanaten in den sechziger Jahren construirt. Es ist ein Mittelding zwischen Periscop und Kugelobjectiv und hat namentlich vor dem letzteren den grösseren Gesichtsfeldwinkel von 105° voraus.

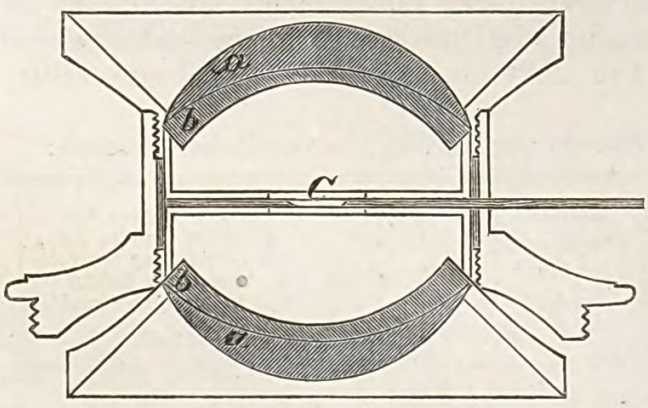


Fig. 105. Busch's Pantoscop.

Fig. 106.
Busch's Pantoscop.

Es besteht aus zwei ganz gleichen, stark gewölbten achromatischen Meniscen (Fig. 105 und 106), wovon die äusseren stark gewölbten Crownglas, die inneren Flintglas ist. Die beiden äusseren Linsenflächen sind sphärisch und stark gewölbt, haben aber keinen gemeinschaftlichen Mittelpunkt, wie die Linsen des Kugelobjectives und liegen daher nicht wie diese in einer Kugel. Die Brennweite des Pantoscopes ist bei gleicher Linsenöffnung etwas grösser, als die des Kugelobjectives.

53) Bulletin de la Société française. 1865. S. 246; aus Brit. Journ. Phot.

Es ist nicht aplanatisch und arbeitet deshalb nur mit kleinen Blenden, deren Oeffnung $^1/_{40}$ bis $^1/_{30}$ der Brennweite $\left(\frac{f}{40} - \frac{f}{30}\right)$ ist. Mit Blenden arbeitet es sehr tief, das Bild ist plan, die Zeichnung correct, sehr scharf und ohne Verzerrung bis zum Rande, vorausgesetzt, dass die Camera ganz horizontal steht. Es ist lichtkräftiger als das Kugelobjectiv und übertrifft dieses, wenn die Blendenöffnungen so weit vergrössert werden, dass es an Schärfe mit dem Kugelobjectiv übereinstimmt, das letztere $^1/_3$ bis $^1/_2$ mal an Lichtstärke. Bei gleicher Blendenöffnung zeichnet das Pantoscop schärfer als das Kugelobjectiv. Das Pantoscop war in den sechziger Jahren neben dem Kugelobjectiv das einzige Objectiv, welches Architecturen, Panorama's etc. sowie sehr nahe gelegene hohe und breite Gegenstände aufzunehmen gestattete.

Das Bild ist in der Mitte weit stärker beleuchtet, als am Rande. Dieser Uebelstand kann dadurch beseitigt werden, indem man, nachdem ein Viertel der Expositionszeit vorüber ist, eine an einem Draht befestigte runde schwarze Pappscheibe (2 bis 4 Zoll Durchmesser), aus freier Hand etwa 6 bis 8 Zoll vor dem Objectiv in kurzen Schwingungen pendeln lässt und zwar während des zweiten und dritten Viertels der Exposition, so dass das Pantoscop während des letzten Viertels frei arbeitet. (Vergl. auch S. 279.)

In neuerer Zeit wendet man statt des Pantoscopes lieber Weitwinkelaplanate an[54]).

XII. Das Orthoscop.

Das Orthoscop wurde nach den älteren Berechnungen Petzval's[55]) vom Jahre 1840 durch den Optiker Dietzler in Wien 1857 im Auftrage Petzval's ausgeführt, zugleich aber auch von Voigtländer, welcher betreffs der von ihm bestrittenen Neuheit dieser Construction mit Petzval in eine Controverse gerieth. Da es eine viel grössere Oeffnung gestattete als die einfache Landschaftslinse, ohne dass die Deutlichkeit Einbusse erlitt, und

54) Verzeichniss der Pantoscope der Rathenower optischen Anstalt:

Objectiv-Oeffnung.	Brennweite vom optischen Mittelpunkt aus gemessen, als diejenige der äquivalenten einfachen Linse Zoll.	Durchmesser des runden Feldes Zoll.	Grösse des Bildes Zoll.	Durchmesser der grössten Centralblenden-Oeffnung bei vollkommener Schärfe $=^1/_{40}$ der Brennweite Zoll.	pro Stück Mark.
$3^1/_2'''$	2	$4^5/_8$	$2^1/_2 : 4$ oder $2^7/_8 : 3^1/_2$	$^2/_3'''$	48
$5^1/_8'''$	3	$7^1/_4$	4 : 6	$1'''$	60
$7^2/_3'''$	$4^1/_2$	11	6 : 9	$1^1/_3'''$	84
$11^1/_2'''$	$6^1/_2$	$16^1/_2$	9 : $13^1/_2$	$2'''$	108
$17'''$	$9^1/_4$	24	$13^1/_2$: 20	$3'''$	135
$25^1/_2'''$	$13^7/_8$	36	20 : 30	$4'''$	180

55) Petzval übertrug die Ausführung des Orthoscopes an Dietzler, welchen er als allein hierzu autorisirt erklärte, da nur dieser im Besitze seiner Berechnungen sei. Voigtländer wies auf das 1841 angefertigte Probeobjectiv derselben Construction hin und beanspruchte das Recht der Priorität der ersten Ausführung desselben. (Vergl. die umfangreiche Streitschrift „Academiker Prof. Dr. Petzval in Wien beleuchtet von Voigtländer." 1859.)

bei gleicher Schärfe eine ungefähr doppelte bis dreifache Lichtstärke besass als die letztere und die Benützung grosser Landschaftslinsen entbehrlich machte, so wurde es 1858 als das beste der damals bekannten Instrumente für Landschaften und zur Reproduction von Zeichnungen bezeichnet[56]).

Um die Vorderlinse seines Porträt-Objectives correcter arbeiten zu machen, wurde eine concave Linse hinzugefügt, welche dasselbe aplanatisch machte, nämlich fähig, mit seiner ganzen Oeffnung deutliche Bilder zu liefern. Es war dies vor ungefähr 30 Jahren ein grosser Fortschritt. Der Name Orthoscop, welcher von Voigtländer herrührte, deutet auf die richtige Zeichnung des Bildes hin; übrigens war die Verzerrung durchaus nicht ganz behoben.

In der im Patentamt zu Wien deponirten Beschreibung sagt Petzval von der Hinterlinse des Orthoscopes: „In einem Abstand, der zwischen $^1/_{12}$ und $^1/_{16}$ der Brennweite der ersten Linse betragen kann, befindet sich die zweite achromatische Linse, bestehend aus einem vorderen Crownglas- und einem hinteren Flintglas-Bestandtheile, die beide eine etwas geringere Oeffnung haben, als die erste achromatische Linse. Der Crownglas-Bestandtheil ist biconcav und kehrt seine stärkere Krümmung der ersten achromatischen Linse, seine schwächere dem Inneren des Apparates zu; der zweite, der Flintglas-Bestandtheil, ist convex-concav und es ist die convexe Fläche dem Inneren der Camera obscura zugewendet.“

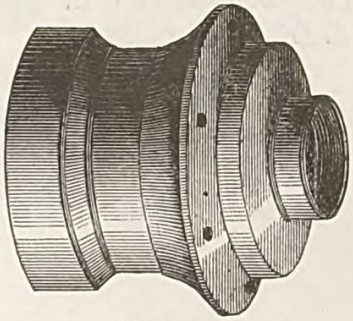


Fig. 107.
Voigtländer's Orthoscop.

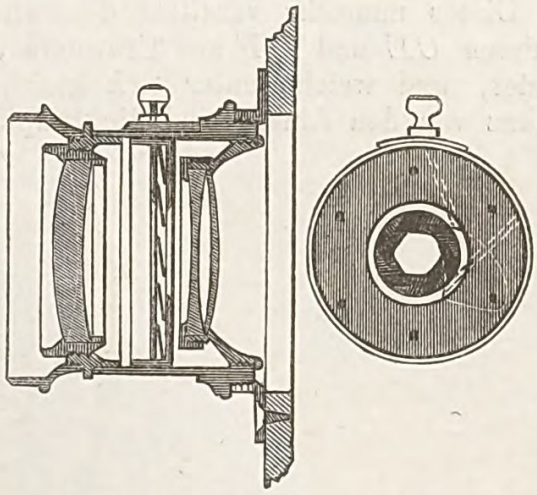


Fig. 108. Harrison und Schnitzer's Orthoscop.

Fig. 107 zeigt die Form, die Voigtländer dem Instrumente gab; er brachte die Blenden an der Verengung hinter dem Objective an, indem er runde Metallscheiben mittelst einer central durchbohrten Kappe aufsteckte. Harrisson und Schnitzer in New-York gaben dem Objectiv die Form Fig. 108 und brachten das Diaphragma, welches aus sensenförmigen und wie Ziegeln aufeinanderliegenden Messingplatten gebildet wurde, zwischen beide Linsen.

Das Objectiv besteht aus einem achromatischen Meniscus, dessen convexe Fläche nach dem zu reproducirenden Object gerichtet ist. Dieser Meniscus ist nicht völlig von sphärischer, wohl aber von chromatischer Abweichung frei und würde allein, in der hier dargestellten Lage angewendet,

56) Nach dem Bericht von Foucault, Bayard und Bertsch vor der Pariser Phot. Gesellschaft (Horn's Phot. Journal. 1858. Bd. 9, S. 59 aus Bullet. Soc. phot.); Krone, Horn's Phot. Journ. 1858. Bd. 9, S. 4.

ein im Mittelpunkte der Focusfläche wenig scharfes Bild geben, dessen Ränder unbedingt vollständig verschwommen sein würden. Hinter dieser Linse jedoch und in einer gewissen Entfernung befindet sich noch ein zweiter Meniscus und zwar eine Zerstreuungslinse, welcher den Zweck hat, erstens die sphärische Abweichung zu corrigiren und zweitens die Focus-Distanz der zur Achse schiefen Strahlenkegel zu verlängern. Das Hinterlinsen-System wird aus zwei einfachen Linsen gebildet, welche zusammen achromatisch sind, die erste Linse als diejenige, welche dem vorderen Meniscus zugewendet ist, ist biconcav und aus Flintglas, die zweite ist eine Sammellinse und aus Crownglas.

Das Orthoscop besitzt beträchtliche Tiefe und gibt brillante Bilder (besser als Triplet oder Kugellinse) zeichnet aber die Linien nicht ganz correct, sondern biegt sie ein wenig nach einwärts (s. Fig. 84 und S. 210, ferner S. 272), deshalb ist es zur Reproduction von Monumenten, Zeichnungen etc. nicht gut verwendbar Es ist fast ganz ausser Gebrauch gekommen.

XIII. Steinheil's Periscop und Zentmeyer's Linse.

Dieses nunmehr veraltete Steinheil'sche Objectiv, besteht aus zwei Meniscen CE und DF aus Crownglas, deren concave Flächen sich zugewendet, und welche unter sich gleich sind, zwischen beiden in gleicher Distanz von den Linsen sind die Diaphragmen LL' angebracht.

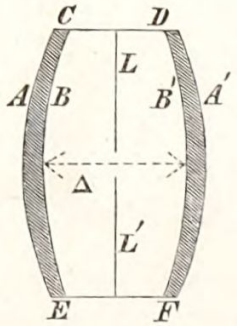


Fig. 109. Steinheil's Periscop.

Durchmesser der Linsen		1256
Krümmungshalbmesser der Anflächen A u. A'		+ 1753
„ „ „	B u. B'	— 2076
△ die Entfernung der beiden Linsen . . .		1256,35
	oder	829
Dicke der Linsen auf der Axe gemessen . .		125,6
Brechungsindex: $n_v = 1{,}5233$		
$n_o = 1{,}5360.$		
Focuslänge des Systems (optischer Focus)	f^o	10,000
„ „ „ (chemischer Focus)	f^v	9,754
Oeffnung des Diaphragma $\frac{f}{40}$		251,3

Dieses Objectiv ist das beste, welches mit Hilfe zweier einfachen, nicht achromatischen Linsen erzeugt werden kann, es besitzt freilich einen chemischen Focus, welcher nach jeder Einstellung eine Regulirung nothwendig macht, jedoch ist diese Regulirung einfach und leicht, weil die Grösse, um

welche die Brennpunktebene gegen das Objectiv nach vorn bewegt werden muss, immer ein Bruchtheil der Focusdistanz ist, d. h. $^{39}/_{40}$ oder 975 Tausendstel dieser Entfernung. Ausserdem ist die Focustiefe dieses Objectives so beträchtlich, dass ein kleiner Irrthum bei dieser Regulirung, die Schärfe des Bildes durchaus nicht wesentlich beeinträchtigen würde.

Es ist ebenso wie alle symmetrischen Doppel-Objective, wie z. B. das Kugel-Objectiv, ganz frei von Verzeichnung. Die Bildfläche der Periscop-Objective ist sehr eben.

Der Bildwinkel ist 100°, der Durchmesser des Objectivs sehr klein und ein Objectiv von 11,2 mm Durchmesser und 8,9 cm Brennweite gibt ein Bild von 17,6 cm. Das Periscop ist gänzlich ausser Gebrauch gekommen und wird von Steinheil nicht mehr erzeugt.

B. Zentmeyer in Philadelphia construirte 1866 eine Weitwinkellinse, die ähnlich dem Steinheil'schen Periscop nur aus einer Glassorte besteht, sich aber von dieser unterscheidet, dass sie nicht symmetrisch ist, sondern eine kleine Vorderlinse und Hinterlinse enthält, deren äussere Flächen concentrisch waren. Die Linse arbeitete mit kleiner Centralblende und besass keinen chemischen Focus[57]).

XIV. Sutton's Panoramalinse.

Historisch interessant ist die Panoramalinse Sutton's (patentirt in England am 28. September 1859), deren Leistungen ebenso merkwürdig sind, als ihre Construction eigenthümlich ist.

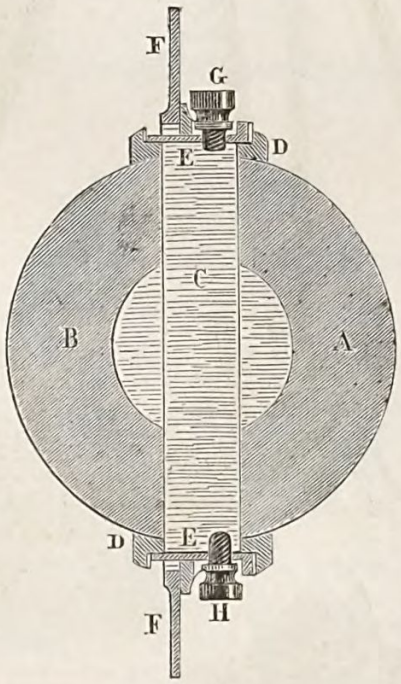


Fig. 110. Sutton's Panoramalinse.

Zwei Linsen von concentrischer Krümmung, *A* und *B*, Fig. 110, sind in einem Ringe *D* befestigt. Der hohle Raum *C* wird mit Wasser gefüllt[58]). Das Ganze lässt sich an den Ring *F* schrauben, welcher an der

57) Phot. Mitth. 1866. Bd. 3, S. 210.

58) Burattini hatte schon 1672 die Idee, hohle Glaslinsen mit Flüssigkei zu füllen und sie dann zu optischen Zwecken zu verwenden.

Camera befestigt ist. Die Idee Sutton's wurde von dem englischen Optiker Ross nicht nur mit Sorgfalt ausgeführt, sondern auch durch practische Verbesserungen vervollkommnet. Die Linse gab so stark gewölbte Bilder, dass das zur Aufnahme verwendete Glas stark gekrümmt und niedrig genommen werden musste.

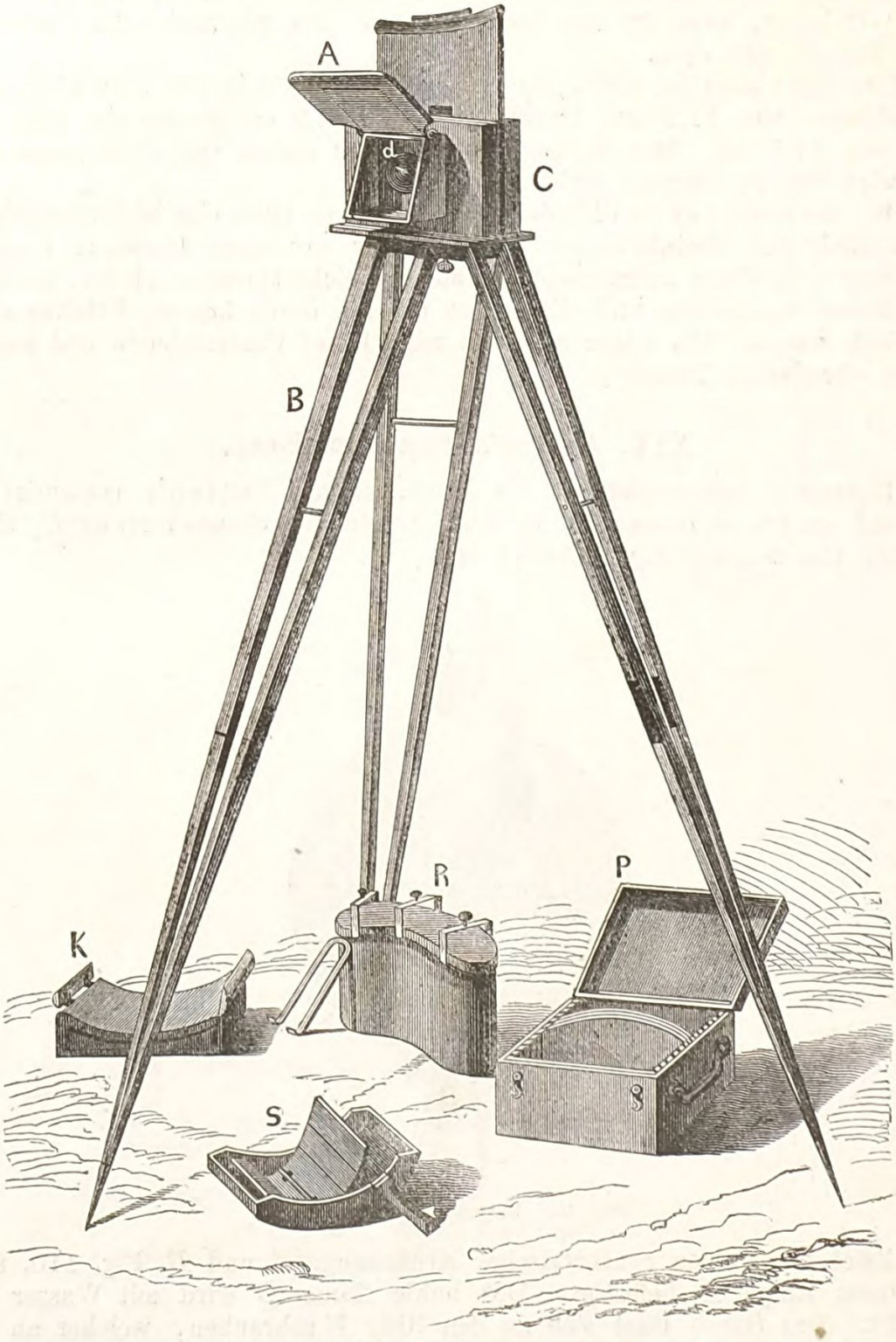


Fig. 111. Sutton's vollständiger Apparat.

Fig. 111 stellt den vollständigen Apparat dar, dessen einzelne Theile wir hier nicht näher beschreiben wollen, weil er schon längst veraltet ist.

XV. Triplet-Objective.

A. Porro hatte 1847 ein Objectiv mit drei Linsen in der Absicht construirt, die Gleichmässigkeit und Deutlichkeit des Bildes gegen den Rand zu vermehren. Er beschrieb es 1856 näher und nannte dieses so construirte Objectiv „Objectiv anallatique“; es bestand wesentlich aus drei Linsen, wovon sich zwei fast berührten und die dritte in einiger Entfernung angebracht war[59]).

B. Photographische Objective mit drei Linsen, sog. Tripel-Linsen oder Triplets, wurden auch 1853 von Scott Archer verwendet, indem er

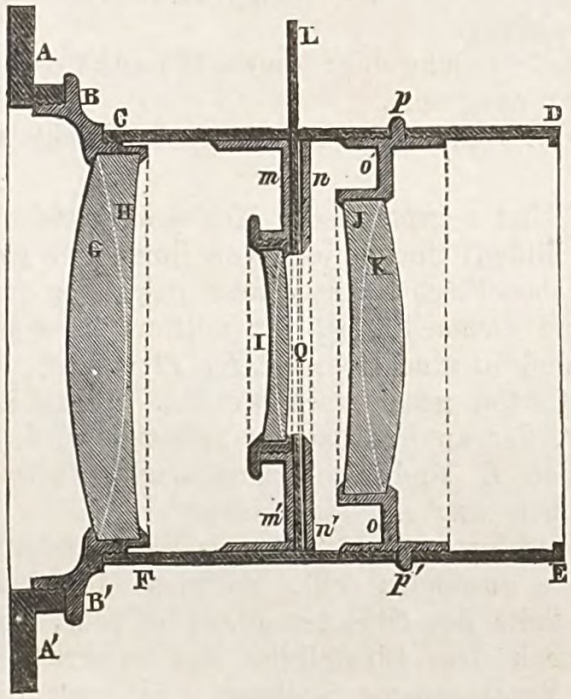


Fig. 112. Dallmeyer's Triplet-Linse.

Durchmesser der Vorderlinse JK		1714
Crownglas biconvex	+ R	3128
	+ R	2386
Flintglas biconcav	− R	2386
	− R	20228
Durchmesser der negativen Combination IQ		1071
Flintglas biconvex	+ R	14200
	+ R	4528
Crownglas biconcav	− R	4528
	− R	3200
Durchmesser der Combination HG		2286
Flintglas biconcav	− R	30300
	− R	3557
Crownglas biconvex	+ R	3557
	+ R	4728
Entfernung der Linsen HG, JH		1257
Focuslänge des Systems		10000
Grösste Diaphragma-Oeffnung	$\frac{f}{10}$ = . . .	1000
Kleinste „ „	$\frac{f}{30}$ = . . .	333

59) Horn's Phot. Journ. Bd. 4, S. 13 und Bd. 9, S. 74.

zwischen die Linsen eines Petzval'schen Porträt-Objectives, welches zu Interieur-Aufnahmen eine zu lange Brennweite hatte, eine schwach concave Linse von kleinem Durchmesser statt des Diaphragma's einschob. Auch Sutton (1859[60]) und Derogy construirten Tripletlinsen.

Dallmeyer berechnete 1861 eine neue correct zeichnende Tripletlinse und kurz darauf fertigte Ross nach einem verbesserten Plane Sutton's ebenfalls eine Tripletlinse an[61]). Von allen diesen fand die von Dallmeyer die von Busch in Rathenow angefertigte am meisten Verbreitung, nicht nur über England, sondern auch am Continente, da sie ganz frei von Verzeichnungen war und besonders zu architectonischen und Copirungs-Zwecken geeignet war. Zu Gruppenaufnahmen findet sie wohl nur äusserst selten Anwendung.

Die Tripletlinse, welche hier (nach Monckhoven) beschrieben ist, ist von Dallmeyer construirt.

Die Construction der Tripletlinse ist sehr leicht aus der Figur 112 erkenntlich.

GH, *IQ*, *JK* sind achromatische Meniscen, welche je zwei zusammen eine einzige Linse bilden; indem jede von ihnen aus zwei unter sich, mit ihren gemeinschaftlichen Flächen aneinander gekitteten Linsen, besteht. Die erste und letzte sind Sammellinsen, die mittlere ist eine Zerstreuungslinse. Diese drei Linsen sind in eine Röhre *CFED* gefasst, und *DE* kann mit einem Deckel von Carton geschlossen werden. Diese Röhre schraubt sich in einen Ring *AA'*, der an der Camera befestigt wird.

Die Diaphragmen *L* sind von zunehmender Grösse und lassen sich zwischen zwei Scheiben *mm' nn'* einschieben.

Wenn man dieses Instrument für Landschaften oder für Reproductionen in natürlicher Grösse anwenden will, so muss die Combination *JK* (die kleinere) nach der Seite des Objectes gewendet sein, und die Combination *GH* (die grösste) nach dem Einstellglas der Camera; will man hingegen sich desselben zur Vergrösserung bedienen, so muss die Combination umgekehrt und nach der anderen Seite gedreht werden, so dass *GH* das Object betrachtet, und *JK* die Cassette oder die empfindliche Platte in der Camera. — Für Gruppen- und Augenblicks-Aufnahmen muss man die grösste Oeffnung anwenden, um die höchste Schnelligkeit zu erreichen.

Für die Landschaften und Reproductionen jedoch, bei denen es auf die längere Exponirungsdauer nicht ankommt, kann man kleinere Diaphragmen anwenden (dies ist auch der Grund, weshalb man die Tripletlinse gewöhnlich dem Kugel-Objectiv vorzieht), indem man sich erinnern wird, dass man die sog. Focustiefe nur durch die Anwendung sehr kleiner Diaphragmen wirklich erhalten kann.

Wenn man es will, so lässt sich die Combination *JQ* wegnehmen, indem man zunächst die Combination *GH* abschraubt. Wenn man die Combinationen *GH* und *JK* allein anwendet, so wird die Brennweite um die Hälfte verkürzt und die Geschwindigkeit der photographischen Wirkung in Folge dessen im Verhältniss gefördert; aber, obgleich in diesem Falle das System achromatisch ist, so erscheint die Bildfläche doch sehr gekrümmt,

60) Phot. Archiv. 1860. S. 4.

61) Phot. Archiv. 1860. S. 70. Bulletin de la Société franç. Phot. 1859. S. 272. Sutton nahm zwei Meniscen von gleicher Brennweite und in der Mitte eine concave Zerstreuungslinse.

und der Apparat könnte somit, nur in einzelnen speciellen Fällen, als Porträt-Objectiv angewendet werden. — Wenn es sich darum handelt, Aufnahmen von Porträten im Freien, sowie von Gruppen oder Reproductionen zu machen, so ist es nöthig, die drei Combinationen wie in der Figur angegeben, anzuwenden.

Das Dallmeyer'sche Triplet kann auch umgekehrt verwendet werden, ohne dass irgend ein Theil der Linse verändert wird; der Lichtfleck wird sogar dadurch verringert[62])[63]).

Die optische Anstalt in Rathenow (vormals Busch) erzeugt ebenfalls Triplet-Objective nach englischer Construction zur Aufnahme von Landschaften, namentlich aber von Plänen und Zeichnungen.

Das Triplet-Objectiv besteht nach Busch aus drei achromatischen Combinationen, wovon die mittlere eine mit von aussen einschiebbaren Centralblenden versehene Zerstreuungs-Linse ist. Die vordere Combination hat eine kleinere Oeffnung als die hintere, welche der matten Tafel zugekehrt ist. Die convexen Seiten beider sind nach aussen gerichtet. Die Gestalt der Zerstreuungslinse ist die einer convex-concaven (periscopisch-concav) Linse, d. h. die eine Seite ist convex, die andere stärker gewölbte Seite concav. Die Linse wird so eingesetzt, dass die convexe Seite der vorderen kleinen Combination und die concave Seite der grösseren Combination also der Camera zugekehrt ist. Das Triplet-Objectiv hat im Vergleich zu dem Porträt-Objectiv eine grössere Tiefe der Schärfe, gibt von planen Gegenständen ein planes Bild, wenn eine der kleinsten Centralblenden angewendet wird, verzeichnet nicht im Geringsten und hat eine grössere Lichtkraft und ein grösseres Gesichtsfeld als das einfache Landschafts-Objectiv. Die Grösse des Gesichtsfeldes beträgt 62 Grad. Will man mit dem Triplet-Objectiv Gruppen aufnehmen, so ist gutes Licht und lange Exposition so wie die Anwendung der grössten Centralblenden nöthig[64]).

Die Verwendung der Triplets ist durch die Einführung der Aplanate und ihrer Verwandten bedeutend eingeschränkt worden.

62) Phot. Mitth. Bd. 4, S. 142.

63) Verzeichniss der Dallmeyer'schen „Triple-Lens":

Grösse von Landschafts-Bildern Zoll.	Grösse von Gruppenbildern Zoll.	Durchmesser der Hinterlinse Zoll.	Brenn-weite Zoll.	Preis ohne Trieb Pfd. St.	s.	Preis mit Trieb Pfd. St.	s.
6 × 5	5 × 4	$1^1/_2$	7	4	4	4	10
$8^1/_2$ × $6^1/_2$	7 × 6	2	10	6	—	6	10
10 × 8	$8^1/_2$ × $6^1/_2$	$2^1/_4$	12	7	—	7	15
12 × 10	10 × 8	$2^3/_4$	15	9	10	10	5
15 × 12	12 × 10	$3^1/_4$	18	12	—	13	—
18 × 16	15 × 12	4	23	15	10	—	—
22 × 20	18 × 16	5	29	22	—	—	—
25 × 21	22 × 20	$5^1/_4$	31	25	—	—	—

64) Anm. s. S. 256.

XVI. Universal-Objective.

Die Universal-Objective sind zu dem Zwecke construirt, zwei oder mehrere Gattungen von Objectiven von verschiedenem Leistungsvermögen in einer einzigen Hülse zu vereinigen. Wenn es schon schwierig ist, die einzelnen Linsen eines Objectivs so herzustellen, dass sie zusammen ein vollendet gutes Resultat geben, so ist es noch ungleich schwieriger, alle Linsen eines Systems so einzurichten, dass sie nicht nur zusammen, sondern auch jede einzeln für sich oder in veränderter Combination vollendete Ergebnisse liefern.

A. Combinirte Porträt- und Landschafts-Objective.

Man sucht hauptsächlich Porträt- und Landschaftslinsen zu combiniren und Brennweite und Lichtkraft nach Belieben zu modificiren, damit man z. B. von Einem Standpunkte aus Bilder von verschiedener Grösse oder mit demselben Instrument mit kurzer Exposition ein Porträt, und in anderer Anordnung correct eine Architectur aufnehmen kann.

Die Petzval'schen Porträtlinsen wurden häufig zum Gebrauche für Landschafts-Aufnahmen umgewandelt, indem man die vordere Porträtlinse herausschraubt, sie umkehrt und dann als einfache Linsen verwendet.

Zur Umwandlung von Porträt- in Landschaftslinsen sind mehrere Constructionen angewendet worden[65]).

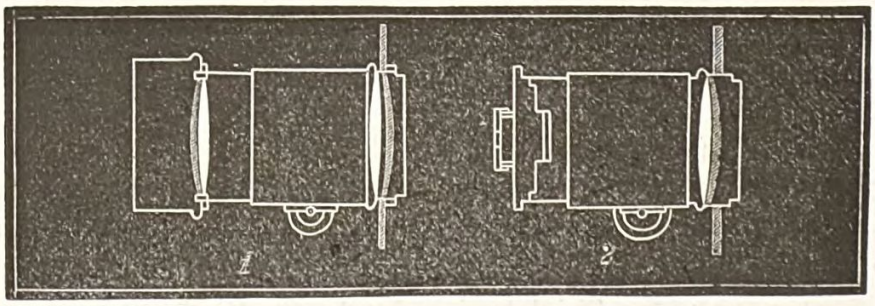


Fig. 113. Fig. 114.

Ross's Universal-Objectiv.

Ross nahm vorn die schirmende Röhre (den Kopf des Objectives) weg, schraubte die rückwärtige Linse los, kehrte die Röhre, welche die vordere Linse enthält, um, und brachte sie an die Stelle der rückwärtigen

64) Verzeichniss der Triplets von Busch:

Oeffnung			Aequivalente Brennweite.	Grösse		Preis
des vorderen Objectivs.	der Zerstreuungslinse.	des hinteren Objectivs.		der Landschaften und Reproduction.	der Gruppen.	Mark.
13‴	6‴	17‴	$3^3/_8$″	$2^7/_8$: $3^1/_8$	2 : $2^1/_2$	67
15	9	19	$10^1/_8$″	6 : 8	5 : 6	70
20	12	25	$13^1/_2$″	8 : 10	$5^1/_2$: $7^1/_2$	100
27	18	36	$20^1/_4$″	12 : 15	8 : 10	190
36	24	48	$26^7/_8$″	16 : 20	10 : 12	315
45	30	60	$33^3/_4$″	20 : 24	13 : 16	525
54	36	72	$40^1/_2$″	24 : 30	16 : 20	780

65) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 12.

Linse; dann wurde eine Reihe von Diaphragmen eingesetzt. Fig. 113 zeigt den Querschnitt der Porträtverbindung, Fig. 114 denjenigen der Landschaftsstellung[66]). Eine ähnliche Einrichtung gab Quinet dem Objectiv[67]).

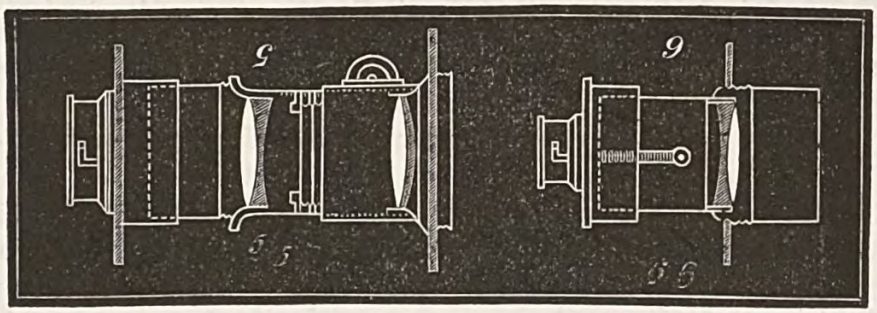


Fig. 115. Fig. 116.
Hermagis' Universal-Objectiv.

Hermagis liess sich folgende Construction patentiren: Er schnitt die Röhre mitten zwischen den zwei Linsen in zwei Theile. Einer davon schraubte sich in den anderen und die Blendungen wurden an den Vereinigungsstellen eingeführt. Brauchte man nur die einfache Linse, so wurden die beiden Hälften getrennt, die rückwärtige von dem Kastenringe weggenommen und die vordere Hälfte mittelst eines an der Kopfröhre gelassenen Ganges an deren Stelle geschraubt. Die Diaphragmen sind dann an ihrer gehörigen Stelle und vermöge einer sinnreichen Anordnung bildet nun eines den Kopf der einfachen Linse. Fig. 115 zeigt die Porträtverbindung von Hermagis, Fig. 116 die Aenderung für Landschaften.

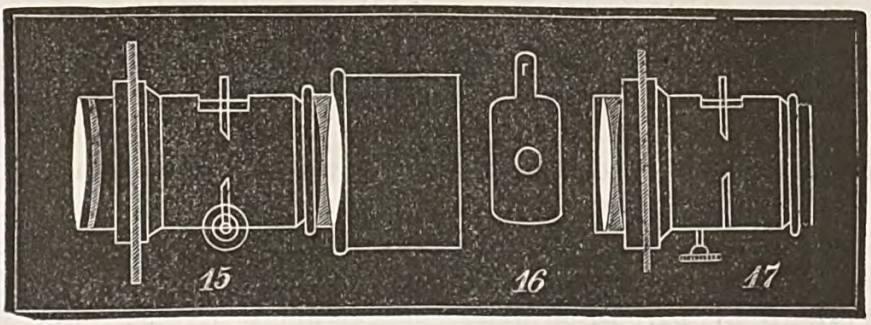


Fig. 117. Fig. 118.
Hugh's combinirtes Porträt- und Landschaftsobjectiv.

Einfacher als die Hermagis-Form ist die von Hughes angegebene: Er nimmt nur die rückwärtige Linse weg, bringt die vordere an deren Stelle und die Umwandlung der Porträt- in eine Landschaftslinse ist durchgeführt, da die Diaphragmen so angebracht sind, dass sie ohne Verrückung für jeden Zweck gleich geeignet sind. Fig. 117 zeigt die Porträtverbindung und die Stellung der Diaphragmen, Fig. 118 die Landschaftsverbindung.

Fig. 119 zeigt den Querschnitt von Millet's gewöhnlicher Porträtlinse; die mittlere Röhre ist durch punktirte Linien angezeigt. Fig. 120 ist die Anordnung für Landschaften.

Busch in Rathenow construirte combinirte Porträt- und Landschaftsobjective, welche sehr bequem sind. Sie haben im Innern gleich die Fassung zum Gebrauche des vorderen Objectives als Landschaftsobjectiv. Um die

66) Ebendaselbst.
67) Horn's Phot. Journ. 1860. Bd. 13, S. 66.

Vorderlinse als Landschaftsobjectiv zu gebrauchen, nimmt man die Fassung des vorderen Objectives heraus (an welchem sich gleich das Rohr zur Befestigung des Deckels mit den verschiedenen Landschaftsblenden befindet) und schraubt sie dergestalt an den Ring der Camera, dass das grosse offene, die Sonnenstrahlen und das Seitenlicht abblendende Rohr des Porträtobjectives sich im Innern der Camera befindet. Sonst sind diese Instrumente ganz wie die gewöhnlichen Porträtobjective.

Das Universal-Triplet-Objectiv von Emil Busch (construirt 1867[68]), zur Aufnahme von Porträten, Reproductionen, Plänen und Landkarten, bestehend aus zwei achromatischen Objectiven und einer Zerstreuungslinse, besteht aus drei achromatischen Combinationen, wovon die mittlere eine Zerstreuungslinse ist. Die vordere dem Gegenstand zugekehrte ist kleiner als die hintere, so dass sich die Durchmesser beider annähernd wie 5 : 6 verhalten. Der Durchmesser der Zerstreuungslinse beträgt zwei Drittel von dem der hinteren Combination.

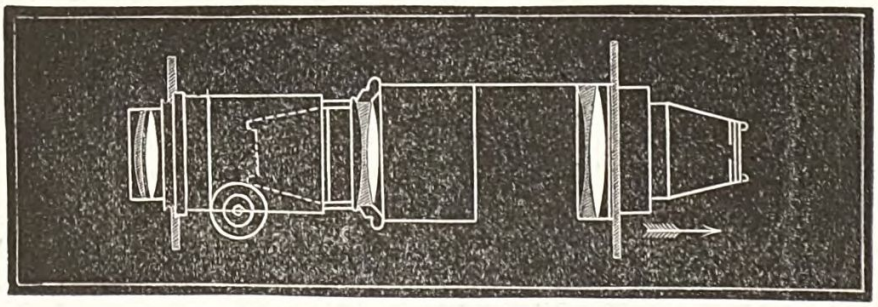


Fig. 119. Fig. 120.
Millet's combinirtes Porträt- und Landschaftsobjectiv.

Die beiden äusseren Combinationen haben die Gestalt der gewöhnlichen einfachen Landschafts-Objective, die convexen Seiten sind nach aussen gerichtet. Die Gestalt der Zerstreuungslinse ist die einer convex-concaven Linse, und zwar ist die convexe Seite der vorderen, die concave Seite der hinteren Combination zugekehrt. Die allgemeine Gestalt der Linsen resp. deren Lage unterscheidet sich daher gar nicht von der der Linsen in dem Landschafts-Triplet-Objectiv, wohl aber wesentlich von dem Letzteren durch die im Verhältniss zur Brennweite bedeutendere Grösse aller drei Combinationen, sowie auch durch die im Speciellen abweichende Form der einzelnen Combinationen. Das Objectiv ist mit Central-Blenden versehen, die kleineren werden nur bei der Aufnahme von Reproductionen angewendet. Das Gesichtsfeld oder der Bildwinkel beträgt in der Diagonale 72 Grad, während er bei dem Landschafts-Triplet nur 62 Grad beträgt. Die Grösse des Bildwinkels gestattet daher bei derselben Entfernung vom Gegenstande im Vergleich zu den Porträt-Doppel-Objectiven (nach Petzval) gleicher Brennweite[69]) die Anwendung grösserer Platten, so dass man bei einem Triplet, dessen hinteres Objectiv 36‴ Durchmesser hat, mindestens eben so grosse Platten wie bei einem Porträt-Doppel-Objectiv von 48‴ Durchmesser anwenden kann. Bei derselben Entfernung vom Gegenstande würden die Figuren in dem Bilde des Ersteren allerdings kleiner erscheinen, was sich aber auch schon als Folge des grösseren Bildwinkels von selbst ergiebt.

68) Phot. Corresp. 1867. S. 111.
69) Hier ist unter Brennweite die der äquivalenten einfachen Linse zu verstehen.

Eine zu geringe Entfernung ist wegen der dann entstehenden übertriebenen Perspective zu vermeiden.

Es steht also an Lichtkraft den gewöhnlichen Porträt-Doppel-Objectiven nach, ist indess bei Anwendung der grössten Blende vier mal lichtkräftiger als das Landschafts-Triplet gleicher Brennweite, wenn letzteres ebenfalls mit der grössten Blende, welche nur halb so gross ist, gebraucht wird.

Das Universal-Triplet gibt von planen Gegenständen ein vollkommen planes Bild, wenn eine der kleineren Central-Blenden angewendet wird, und es ist vollständig frei von Verzeichnung, sobald die Fläche, an welcher das Objectiv angeschraubt, parallel zu der Cassette und diese genau senkrecht steht. Bei der Aufnahme von Plänen und Karten muss die Axe des Objectivs die Fläche, auf welcher jene aufgespannt, rechtwinklig treffen. Es zeichnet also ebenso correct wie das Landschafts-Triplet und hat dieselben Vorzüge wie dieses zur Aufnahme von Reproductionen, während es durch die kurze Expositions-Zeit einen entschiedenen Vorzug diesem gegenüber besitzt. Auch bei Anwendung grosser Blenden, also bei der Aufnahme von Porträten, ist das Bild nahezu plan; es übertrifft das gewöhnliche Porträt-Doppel-Objectiv aber nicht allein in der Planheit und Correctheit des Bildes, sowie in der Grösse des Gesichtsfeldes, sondern ganz besonders auch in der Tiefe der Schärfe, so dass es gut zu Gruppenaufnahmen geeignet ist. Die Tiefe der Schärfe nimmt bei allen Objectiven bekanntermassen mit Anwendung kleinerer Blenden zu, bei diesem jedoch in einem verhältnissmässig stärkeren Grade, so dass die Blende Nr. 3 bei Gruppen-Aufnahmen in den meisten Fällen ausreicht. Da die Lichtvertheilung eine gleichmässige ist, eine Centralisation des Lichts also nicht stattfindet, so ist den Bildern bei entschiedener Schärfe der Zeichnung eine grosse Weichheit eigen, und das Verbrennen heller Kleidung wird ganz vermieden.

Kurz zusammengefasst verhalten sich nach Busch die Eigenschaften des Universal-Triplets im Vergleich zu denen des Landschafts-Triplets, des Pantoscops und des Porträt-Doppel-Objectivs wie folgt:

> Das Universal-Triplet hat einen kleineren Bildwinkel als das Pantoscop, aber einen grösseren als das Landschafts-Triplet und das Porträt-Doppel-Objectiv, das Bild desselben ist eben so plan und correct, wie das des Pantoscops und des Landschafts-Triplets, aber planer und richtiger als das des Porträt-Doppel-Objectivs. Die Tiefe der Schärfe ist nicht in dem Grade vorhanden wie beim Pantoscop, aber besser als beim Landschafts-Triplet, und um Vieles besser als beim Porträt-Doppel-Objectiv. Schliesslich ist die Lichtkraft des Universal-Triplets grösser als die des Pantoscops und des Landschafts-Triplets, ebenso gross wie die von lichtschwachen Porträt-Doppel-Objectiven, geringer aber als die der gewöhnlichen Porträt-Doppel-Objective[70]) (Anm. s. S. 260).

B. Eigentliche Universal-Objective.

Eine Art Universalobjectiv hatte offenbar schon Chevalier 1840 im Auge (s. S. 217) und Porro schlug ein Doppelobjectiv vor, welches aus zwei achromatischen Linsen bestand, wovon die hintere beweglich war. Dadurch war er im Stande, mit ein und demselben Instrumente Ansichten von verschiedener Grösse zu erhalten, ohne den Standpunkt zu ändern. Die so erhaltenen Bilder konnten bis zur vierfachen Grösse differiren. Porro hatte in der That im Jahre 1851 Bilder der Sonnenfinsterniss und im Jahre 1852

mit einem solchen Instrumente Aufnahmen von Gebäuden und Landschaften mit gutem Erfolge gemacht[71])[72]). Er nannte sein Instrument „Objective stèn allatique".

(Hierher gehören auch die Porträt- und Gruppen-Objective von Busch s. S. 259.)

Scott Archer hatte 1853 ein Universalobjectiv construirt, indem er zwischen die Linsen eines Porträt-Objectivs von etwas langer Brennweite eine schwach convexe Linse brachte, um die Brennweite zu verkürzen und einen grösseren Theil vom Bild (ein Interieur) auf die Platte zu bringen. Auch Sutton nahm 1861 bei der Construction seines neuen (von Goddard in London ausgeführten) Triplets darauf Rücksicht, dass das complette Triplet lichtschwächer war und correct zeichnet, während nach Entfernung der mittleren kleinen Zerstreuungslinse die Aufnahme von Porträten in sehr kurzer Zeit möglich war. Die hintere Linse allein war als Landschaftsapparat für eine grosse Bildfläche zu benützen[73]).

Es ist ein altes Experiment, dass man durch Ausschrauben der vorderen Linse eines Petzval'schen Porträtobjectives und Einsetzen einer anderen Linse von kürzerer oder längerer Brennweite zwei Doppelobjective (ein lichtstärkeres und ein lichtschwächeres, tiefer arbeitendes) mit drei Linsen und Einer Fassung erhalten kann. Der Erfolg war allerdings nicht sehr günstig, dagegen hat Voigtländer in neuerer Zeit die Sache trefflich erfasst, indem er zu seinen Porträt-Objectiven mit längerer Brennweite (welche also ein ausgedehntes und tiefes Bild geben) eine neue Supplement-Hinterlinse construirte, welche, an Stelle der alten Hinterlinse gesetzt, das Objectiv zu einem ausgezeichneten Schnellarbeiter macht (s. o.).

Man kann auch an Stelle der Hinterlinse des Petzval'schen Porträt-Objectives eine Zerstreuungslinse setzen und hat nunmehr eine orthoscopische Combination von längerer Brennweite für Landschaften etc., denn die Vorderlinse ist beim Porträtobjectiv und Orthoscop so ziemlich gleich, in den Hinterlinsen liegt der Hauptunterschied.

Jamin war einer der Ersten, welcher combinirte Porträt- und Landschaftsobjective mit drei Linsen construirte und sich dieselben patentiren liess. Er legte sie am 12. November 1855 der Pariser Photogra-

70) Verzeichniss der Universaltriplets von Busch in Rathenow:

Oeffnung des vorderen Objectivs.	Oeffnung der Zerstreuungslinse.	Oeffnung des hinteren Objectivs.	Brennweite gemessen von der hinteren Objectiv-Fläche	Brennweite der äquivalenten einfachen Linse	Netto-Grösse der Reproductionen mit den kleinsten Blenden	Netto-Grösse der Porträts und Gruppen mit den grösseren Blenden	Eine 15 Fuss vom Objectiv entfernte $5^1/_2$ Fuss grosse Person erscheint im Bilde in einer Grösse von	pro Stück
			Zoll.	Zoll	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Mark.
20‴	16‴	24‴	$8^1/_3$	10	8 : 10	6 : $7^1/_2$	$3^5/_6$	120
24‴	19‴	29‴	10	12	10 : 12	$7^1/_2$: 9	$4^3/_5$	165
30‴	24‴	36‴	$12^1/_2$	15	12 : 15	9 : 11	$5^3/_4$	225
36‴	29‴	43‴	$15^5/_8$	$18^3/_4$	15 : 18	11 : 13	$7^1/_5$	315

71) Sitzung der französ. phot. Gesellsch. am 15. März 1856, aus Horn's Phot. Journ. 1856. Bd. 6, S. 17.

72) Bull. Soc. franç. 1856. S. 114. Kreutzer, Jahrb. Phot. 1856. S. 146.

73) Phot. Archiv. 1861. S. 4.

phischen Gesellschaft vor[74]). Mitten zwischen der vorderen und hinteren Linse des Porträtobjectives brachte er eine Einrichtung für Central-Diaphragmen oder für eine dritte Linse an. Diese letztere konnte in Verbindung mit der Porträtlinse gebraucht werden oder nicht; ihren eigentlichen Dienst leistete sie in Verbindung mit der vorderen Linse, wenn diese als Landschaftslinse verwendet werden sollte. Sie kürzte die Brennweite so ab,

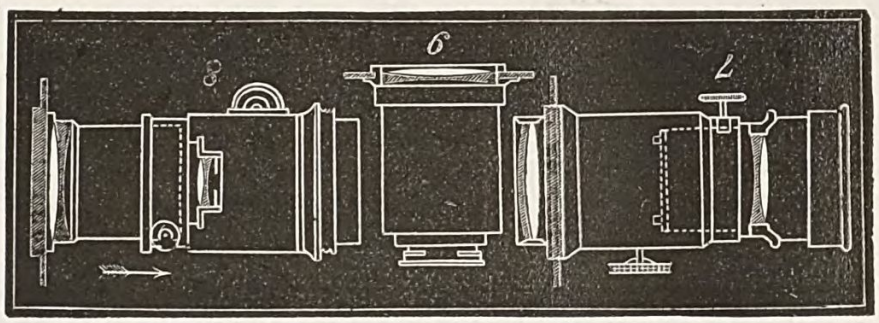


Fig. 121. Fig. 122. Fig. 123
Jamin's Universal-Objective.

dass man im gewöhnlichen Dunkelkasten ein scharfes flaches Bild erhielt, während die gewöhnliche einfache Linse die Anwendung einer ungewöhnlich langen Camera erforderte. Fig. 121 zeigt Jamin's gewöhnliche Porträtverbindung mit der Anordnung für Centraldiaphragmen oder der hinzukommenden Linse; Fig. 123 die orthoscopische oder doppelte Verbindung für Landschaften; Fig. 122 die einfache Linse mit grosser Brennweite für grosse Bilder (Landschaften[75]).

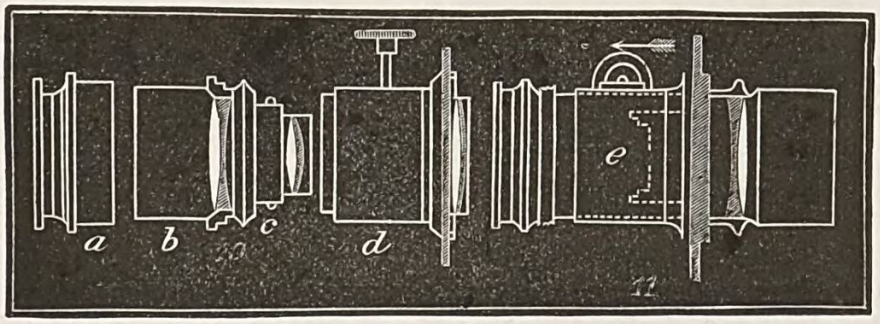


Fig. 124. Fig. 125.
Derogy's Universal-Objectiv.

Bei Derogy's combinirtem Objectiv (patentirt in England am 20. April 1858[76]), ausgestellt auf der Londoner Weltausstellung 1862[77]) kommen zur gewöhnlichen Porträtverbindung noch zwei neue Linsen, eine um die Brennweite zu verlängern, die andere um sie zu verkürzen. Um ein kleineres oder grösseres Bild zu erhalten, trennt man die Linsen, was durch Hilfe von Bajonettverbindungen leicht geschieht, und fügt die Ergänzungslinse für grosse oder geringe Brennweite ein. Um sie als einfache Linse zu gebrauchen, werden sie getrennt, die rückwärtige Linse weggenommen und die vordere Linse verkehrt an die Stelle gebracht; um das Bild grösser oder kleiner zu machen, wird die eine oder andere Zusatzlinse genommen.

74) Bulletin de la Société franç. Phot. 1855. S. 341.
75) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 121.
76) Abridgements of the Specifications relat. to Photogr. 1861. S. 114.
77) Vogel, Die Photographie auf der Londoner Weltausstellung 1862.

Fig. 124 zeigt das zerlegte Porträt-Objectiv, *a* ist der Kopf desselben, *b* die vordere Hälfte der Porträt-Verbindung mit dem Bajonettverschluss, *c* Stellung der Centraldiaphragmen oder Zusatzlinsen, *d* rückwärtige Hälfte der Porträt-Verbindung, welche mit der vorderen Hälfte durch Bajonettverschluss verbunden ist; je nachdem man die Porträt-Combination ohne und mit einer der beiden Supplementlinsen verwendet, erhält man drei Porträt-Combinationen von verschiedenen Verhältnissen. Fig. 125 Objectiv für Landschaften, *e* Stellung der Diaphragmen oder Zusatzlinsen, um die Bilder zu vergrössern oder zu verkleinern, so dass dreierlei Brennweiten erzielt werden können.

Sonach sind in diesem Einen „sechs Objective" verschiedener Leistung, drei für das Porträt und drei für die Landschaft, vereinigt und können mit einem solchen 79 mm Objective, ohne dass der Standpunkt der Camera oder des Modells verändert wird, sechs Bilder verschiedener Grösse, zwischen 105 : 421 mm erzeugt werden.

Dieses, auch „Multiplet-Objectiv" genannte Universal-Objectiv, zerfällt in folgende sechs Objective:

1. In das gewöhnliche Porträt-Doppel-Objectiv, bestehend aus der Vorderlinsen-Combination und der Hinterlinsen-Combination.

2. In ein Porträt-Objectiv mit kurzer Brennweite, wenn man dem Porträt-Doppelobjectiv die Sammellinse einsetzt, wobei man nur den Auszug der Camera zu verkürzen hat.

3. In ein Porträt-Objectiv, mit welchem Bilder grösser gemacht werden können. Man setzt nämlich die Zerstreuungslinse ein. Dies gibt drei Porträt-Objective.

4. In ein Objectiv für Landschaften (einfache Linse), indem man die Vorderlinse ausschraubt, den Blendenschirm beseitigt und das Objectiv mit der Vorderseite in die Camera einsetzt.

5. In ein Objectiv für Monumental-Aufnahmen. Wenn nämlich vor einem Monumente es an Raum zum Zurückgehen gebricht, um mit der vorigen einfachen Linse das ganze Bild zu erhalten. In diesem Falle setzt man an Stelle der Diaphragmen, aber ohne diese zu beseitigen, die Convexlinse ein, und endlich

6. In ein Landschafts-Objectiv für Fernaufnahmen, wenn wir nämlich vom Aufnahms-Objecte zu weit entfernt wären, als dass die ganze Normalplatte mit dem Bilde bedeckt werden könnte. In diesem Falle wird das Objectiv in die ursprüngliche Stellung wie in 1 umgeschraubt, der Blendschirm angefügt, und in *B* die Vergrösserungslinse eingesetzt[78]).

Slater's Universal-Objectiv besteht aus einem Petzval'schen Porträt-Objectiv mit dazwischen gebrachter Zerstreuungslinse. Fig. 126 zeigt Slater's gewöhnliche Porträtlinse mit Blenden; Fig. 127 dieselbe Verbindung mit einer achromatischen Zerstreuungslinse in der Mitte; Fig. 128 enthält nur die Vorder- und Mittellinse und bildet eine orthoscopische Linse[79]).

78) Verzeichniss der Derogy'schen Universal-Objective:

Nr. 13	42	mm	Durchmesser	. .	29 fl.
„ 14	53	„	„	. .	64 „
„ 15	66	„	„	. .	125 „
„ 16	105	„	„	. .	295 „

79) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 121.

Melhuish' Universal-Objectiv bestand aus einer Vorderlinse *b* Fig. 129 und einer rückwärtigen *a*, von der Einrichtung der Hinterlinse eines Petzval'schen Porträt-Objectives, nur dass die rückwärtige Verbindung etwas grösser war als die vordere, wodurch eine gleichmässigere Beleuchtung des Gesichtsfeldes angestrebt wurde. In der Mitte zwischen beiden war eine

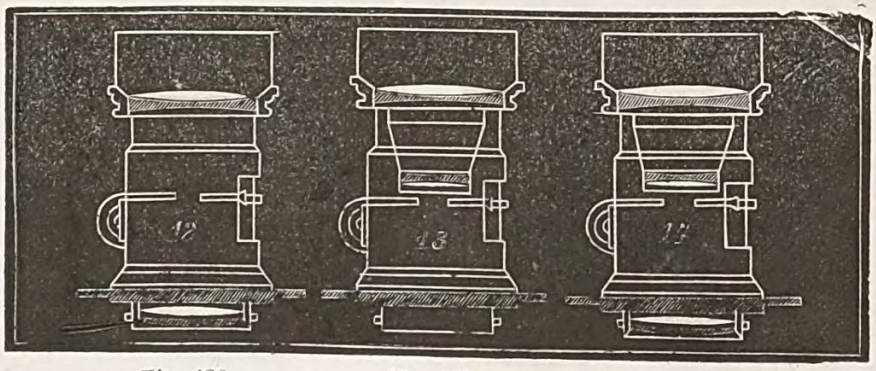


Fig. 126. Fig. 127. Fig. 128.

Slater's Universal-Objectiv.

kleine achromatische Linse *e* angebracht. Waren alle drei Linsen vereinigt und nur das Diaphragma *ed* entfernt, so hatte die Linse eine Brennweite $= 4^3/_4$ Zoll und gab Stereoscopen und Porträte. Mit eingeschobenem Diaphragma *d* eignete sie sich zum Copiren und zu Vergrösserungen. Ohne die Mittellinse *e* erhielt man ein gewöhnliches Porträt-Objectiv von 6 Zoll Brennweite. Wurde nur die Hinterlinse entfernt, dann das ganze Objectiv verkehrt angeschraubt, so erhielt man eine lange Brennweite (8 bis 9 Zoll) und eine Linse für Landschaften oder zum Copiren. Die alleinige Vorderlinse, verkehrt angeschraubt und vor derselben mit Blenden versehen, gab eine einfache Landschafts-Linse von 14 Zoll Brennweite [80]).

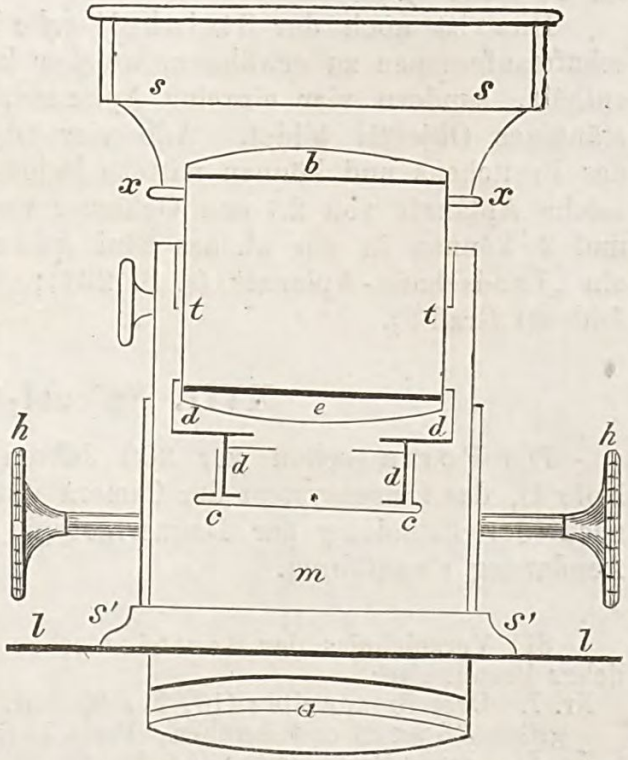


Fig. 129. Melhuish' Universal-Objectiv.

Berthiot in Paris gibt zu einer fixen Hinterlinse eine Serie von Vorderlinsen verschiedener Brennweite, wie Fig. 130 veranschaulicht (halbe Naturgrösse). In die Metallfassung jeder Linse ist die Brennweite eingravirt, welche das ganze System erhält, wenn man eine derselben vorn an die Metallhülse bringt. Man kann so leicht verschiedene achromatische Landschafts-Objective (auch für Reproductionen) erhalten, welche kürzere oder längere Brennweite

80) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 104 aus Phot. News.

haben[81]). Der Gesichtsfeldwinkel ist je nach der Grösse der Blende 40 bis 70°.

Eine ähnliche Combination verwendet Berthiot als Porträt-Objectiv, welches sich auch in ein Landschafts-Objectiv von 6 verschiedenen Brennweiten (z. B. für Porträt 18 cm Brennweite, für Landschaft 12 bis 30 cm, Preis 160 Francs) verwandeln lässt.

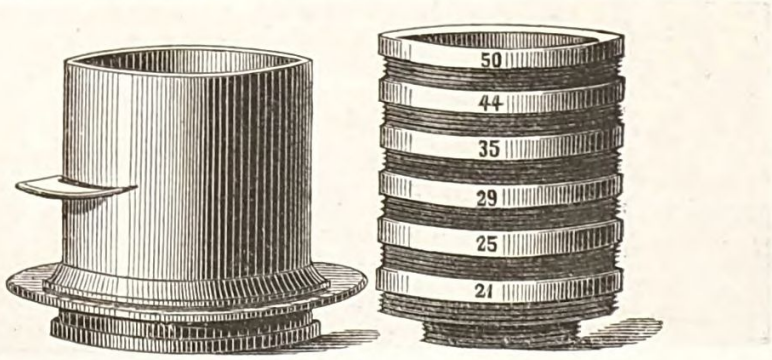


Fig. 130. Berthiot's Objectiv mit veränderlicher Vorderlinse.

Bei Darlot's „hemisphärischem Kugelobjectiv" war in einem Kästchen eine geistreich zusammengesetzte Reihe von Linsen eingeschlossen, die nach einander an dieselbe Fassung angeschraubt werden konnte und welche, je nach der Zusammenstellung, eine Stufenfolge von 6 Brennweiten (6 bis 38 cm Brennweite) ermöglichte; der Gesichtsfeldwinkel wechselte von 50 bis 80 Grad[82]).

Hier ist noch der Steinheil'sche Einsatz von Aplanaten für Landschaftsaufnahmen zu erwähnen, welcher keine eigentlichen Universalobjective enthält, sondern vier einzelne Aplanate, deren jedes für sich ein selbstständiges Objectiv bildet. Alle vier Objective passen an denselben Ring des Brettchens und können mittelst Bajonett-Verschluss fixirt werden. Vier solche Aplanate von 23 mm Oeffnung und den Brennweiten 1, $1^1/_3$, $1^2/_3$ und 2 können in ein kleines Etui gebracht werden. Das lichtstärkste ist ein „Landschafts-Aplanat" (s. S. 231); bei allen übersteigt das Gesichtsfeld 60 Grad[83]).

XVII. Spiegel-Objective.

Die Porta schon vor 300 Jahren bekannte Möglichkeit (s. S. 207 Note 1), das Linsensystem der Camera durch Hohlspiegel zu ersetzen, führte nach der Erfindung der Daguerreotypie zu mehrfachen Versuchen, diese Aenderung einzuführen.

81) Verzeichniss der Berthiot'schen Landschafts-Objective mit veränderlicher Brennweite:

Nr. I. Drei Brennweiten (16, 21, 25 cm), Linsenöffnung 29 und 34 mm, Bildgrösse 18 × 28 und darüber. Preis 75 fr.

Nr. II. Sechs Brennweiten (13, 16, 19, 23, 26, 30 cm), Linsenöffnung 29, 37 und 42 mm, Bildgrösse 27 × 35 und darüber. Preis 120 fr.

Nr. III. Sechs Brennweiten (21, 25, 29, 35, 44, 50 cm), Linsenöffnung 42 und 54 mm, Bildgrösse 50 × 60 cm. Preis 200 fr. [Wird auch mit 7 Brennweiten und 230 fr. verkauft.]

82) Phot. Corresp. 1866. Bd. 3, S. 102; aus Bullet. soc. franç. phot.

83) Zeitschrift f. practische Photographie. 1880. S. 91. Phot. Corresp. 1880. S. 189.

Im Allgemeinen sind dieselben Erwägungen massgebend, wie bei der Construction der Spiegel-Telescope[84]); folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die Grösse des Lichtverlustes bei der Reflexion des Lichts von Spiegeln aus verschiedenem Materiale, verglichen mit dem Lichtverlust in Linsen-Objectiven:

Gegenstand.	Helligkeit in Procenten.	Lichtverlust in Procenten.
Directes Licht	100,00	0,0
Silberspiegel	91,08	8,9
Glasspiegel mit Quecksilberbelag	76,50	23,5
Metallspiegel	67,18	32,8
Objectiv $\frac{34'''}{42''}$ (Fraunhofer)	76,00	24,0
Objectiv $\frac{21'''}{21''}$ (Steinheil)	86,67	13,3
Crownglasprisma 50''' Oeffnung	77,00	23,0

Hieraus ist ersichtlich, dass auf solche Weise hergestellte Silberspiegel mehr Licht reflectiren als rechtwinklige Glasprismen und dass sie bei doppelter Reflexion noch mehr Licht haben, als ein Fraunhofer'sches Objectiv, endlich, dass sie nach drei Reflexionen noch mehr Licht besitzen, als Metallspiegel nach einmaliger Reflexion. Man kann sonach, nach Steinheil, durch Anwendung von Silberspiegeln Reflexionsinstrumente erhalten, die unseren Achromaten an Helligkeit bei gleicher Oeffnung voraus sind.

Beard verwendete (1841) zu photographischen Zwecken statt der Linsen einen Hohlspiegel von 7 Zoll Oeffnung und 12 Zoll Brennweite, der in einem passenden Kasten an der Rückseite befestigt, mit der Spiegelfläche gegen das Object gekehrt war und so in der Vereinigungsweite der Strahlen ein Bild von demselben entwarf[85]). Auch Lechi[86]) und Draper[87]) liess das Linsen-Objectiv weg und reflectirte das Bild durch einen elliptischen Spiegel auf die Platte.

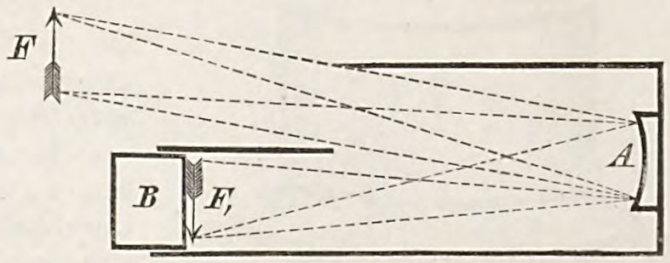


Fig. 131. Draper's Camera mit Spiegel-Objectiv.

Fig. 131 zeigt die Draper'sche Camera mit Spiegel-Objectiv. Der Hohlspiegel A befindet sich in einem Kasten; das Bild des Gegenstandes F fällt in die Camera, wird nach F_1 geworfen, woselbst bei B die empfindliche Platte sich befindet.

Zenger in Prag kam in neuerer Zeit wieder auf die Spiegel-Objective zurück. Er wendete versilberte Glasspiegel von einer zur Oeffnung verhält-

84) Ausführliches darüber s. Klein, Centralzeitung für Optik und Mechanik. 1881. Bd. 2, Heft 17 und 18.

85) Dingler's Journ. 1841. Bd. 79, S. 229. Beard nahm auf seine Erfindung sogar ein Privilegium. (Repertory of Patent-Inventions. März 1841. S. 137.)

86) Schmidt, Handbuch der Photographie. 1852. S. 15.

87) Snelling's Dictionary of the photogr. art. 1854. S. 207.

nissmässig grossen Brennweite zum Photographiren an, um folgende Vortheile zu erzielen: 1) Absoluterer Achromatismus der Bilder, indem die Farbenzerstreuung gänzlich wegfällt. 2) Reduction der Abweichung wegen der Form auf ein Minimum. Bei Landschafts-Aufnahmen ist für gleiche Oeffnung und Brennweite die sphärische Abweichung nahezu 9 mal kleiner für einen Hohlspiegel als für eine Linse. 3) Absolutes Zusammenfallen des optischen und chemischen Brennpunktes des Spiegels. — Auch soll die Absorption der chemisch wirksamen Strahlen geringer als bei Glaslinsen sein.

Zenger hielt namentlich eine Combination von einem Concavspiegel mit einem Convexspiegel für vortrefflich geeignet zur Vergrösserung photographischer Aufnahmen und für Astrophotographie und sollte bessere Dienste leisten als ein äquivalentes Linsensystem[88]). Honickel[89]) fand aber die Leistung der Zenger'schen Objective nichts weniger als tadellos.

Diese Erfindung brachte für die practische Photographie keinen Nutzen mit sich, insbesondere wegen der Schwierigkeit beim Einstellen und der Unmöglichkeit auf grossen Platten zu operiren, ohne den Spiegel enorm zu vergrössern.

XVIII. Spiegel und Prismen zur Umkehrung des Bildes.

Gewisse photographische Processe verlangen, dass das Bild in der Camera verkehrt erscheint, d. h. dass das Rechte nach Links und umgekehrt verkehrt erscheint.

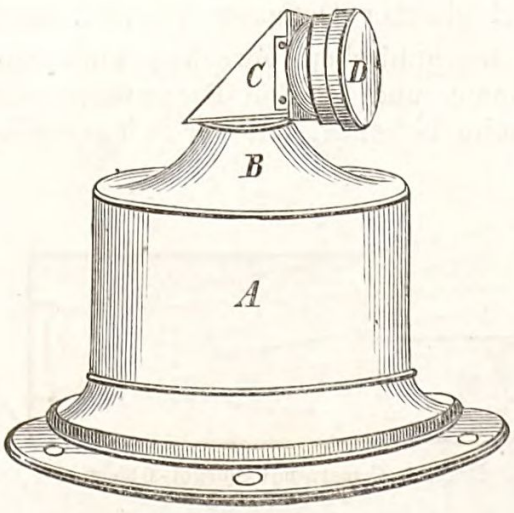


Fig. 132.
Daguerreotypapparat mit Umkehrungs-Prisma.

Dies ist z. B. bei der Daguerreotypie der Fall. Anfangs stellte man einfach einen Spiegel unter einem Winkel von 45 Grad vor das Objectiv. Dies brachte aber manche Unzukömmlichkeiten mit sich.

Trotzdem wurden Glasspiegel noch bis in die fünfziger Jahre zum Umkehren der Bilder verwendet[90]) und verschwanden erst nach und nach.

Metallspiegel und Glasspiegel geben wohl eine völlig verschwindende Unschärfe in Folge der Farbenzerstreuung. Allein die ersteren sind kostspielig, ohne Dauer und verschlucken viel Licht. Glasspiegel aber geben ausserdem für alle schräg auffallenden Strahlen ein sehr deutliches Bild von der Vorderfläche des Glases, welches zuletzt sogar das hellere Bild wird.

Die Einführung rechtwinkliger Prismen, deren Hypothenuse mit Zinnamalgam belegt ist, verdankt man Ch. Chevalier im Jahre 1841[91]). Später zog man vor die Hypothenuse zu versilbern. Die Vorzüge der Prismen

88) Phot. Archiv. 1875. S. 99; aus Sitzungsbericht der böhmisch. Ges. der Wissensch. zu Prag vom 3. Juli 1874.

89) Phot. Corresp. 1879. S. 165.

90) Valicourt, Nouveau manual complet de photographie. 1851. S. 13.

91) Bullet. de la Soc. d'encouragement. 1841. S. 467; Acad. des Sciences. 26. Juli 1841.

erkannte man in der photographischen Praxis bald[92]). Fig. 133 zeigt eine einfache Linse, welche mit einem Prisma *C* verbunden ist, in jener Zusammenstellung, welche zur Zeit der Daguerreotypie üblich war. Bei *D* konnte der Apparat geöffnet und geschlossen werden.

Glasprismen, welche durch totale Reflexion (also nicht als Spiegel und ohne versilberte Hypothenuse) wirken, sind zur Umkehrung des photographischen Bildes unbrauchbar, weil das Prisma im Verhältniss zum Objectiv eine ganz colossale Grösse haben müsste und ferner das Bild sehr ungleichmässig hell im Apparat erschiene[93]). Deshalb finden die Prismen mit versilberter Hypothenuse allgemein Anwendung.

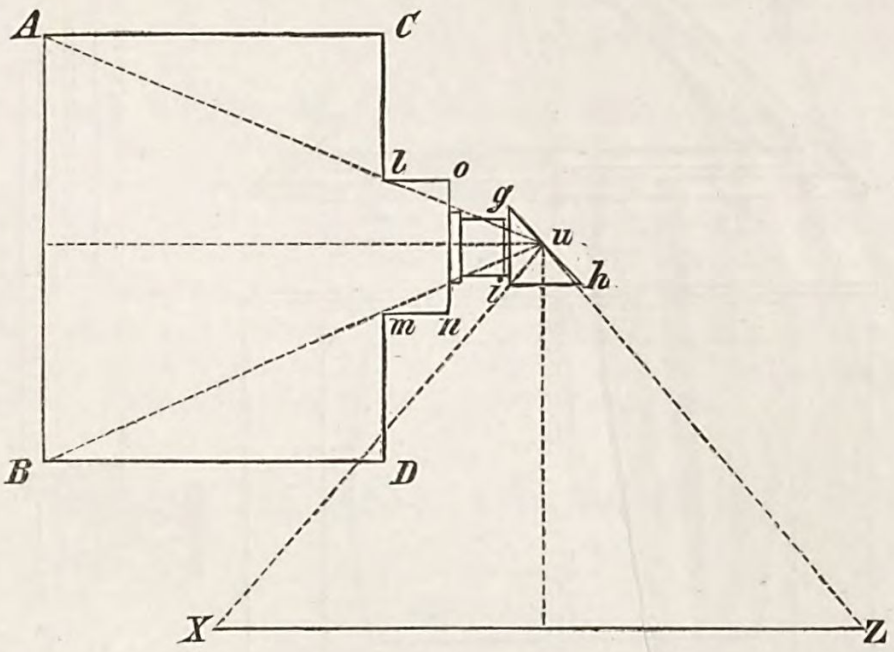


Fig. 133. Reflexions-Prisma.

Die Grösse der wirksamen Oeffnung, die man einem Prisma lassen darf, ändert sich mit dem Winkel des benützten Gesichtsfeldes, wenn stets das falsche Licht ausgeschlossen werden soll. Mit der Zunahme des Gesichtsfeldes wird die Anwendung der Prismen immer ungünstiger. Vortheilhaft in dieser Beziehung ist jedoch der Umstand, dass für Reproduction, für welche hauptsächlich die Prismen angewendet werden, ein grosses Gesichtsfeld nicht nöthig ist, da die Grösse der Blätter auch bei kleinerem Gesichtsfelde durch Anwendung eines Apparates mit längerer Brennweite erzielt werden kann[94]).

Das Reflexions-Prisma oder Umkehrungs-Prisma ist rechtwinklig; der eine Winkel ist nämlich 90°, die beiden andern 45°.

Fig. 132 zeigt die Stellung des Prismas am Apparat. *AB* ist die Visirscheibe, *ghi* das Prisma, *XZ* der aufzunehmende Gegenstand. Die Camera muss meistens einen nach der Grösse des Gegenstandes verschieden langen Vorbau *lmno* erhalten, damit die vordere Ecke der Camera *D* nicht in die Bildfläche geräth, wie man auf der Zeichnung sehen kann. Die

92) Valicourt, Nouveau manual complet de photographie. 1851. S. 13.
93) Stolze, Phot. Wochenbl. 1881. S. 81.
94) Steinheil, Phot. Mitth. 1871. Bd. 8, S. 19.

äussersten Lichtstrahlen uA und uB müssen gleichfalls noch ungestört in's Objectiv und auf die Visirscheibe gelangen können [95]).

Um das Parallel-Stellen der ersten Prismenfläche mit dem Objecte zu erleichtern wird meistens dem Prisma eine Drehvorrichtung beigegeben, welche gestattet, das Objectiv mit dem Prisma um seine Achse zu drehen und in jeder Lage festzuklemmen.

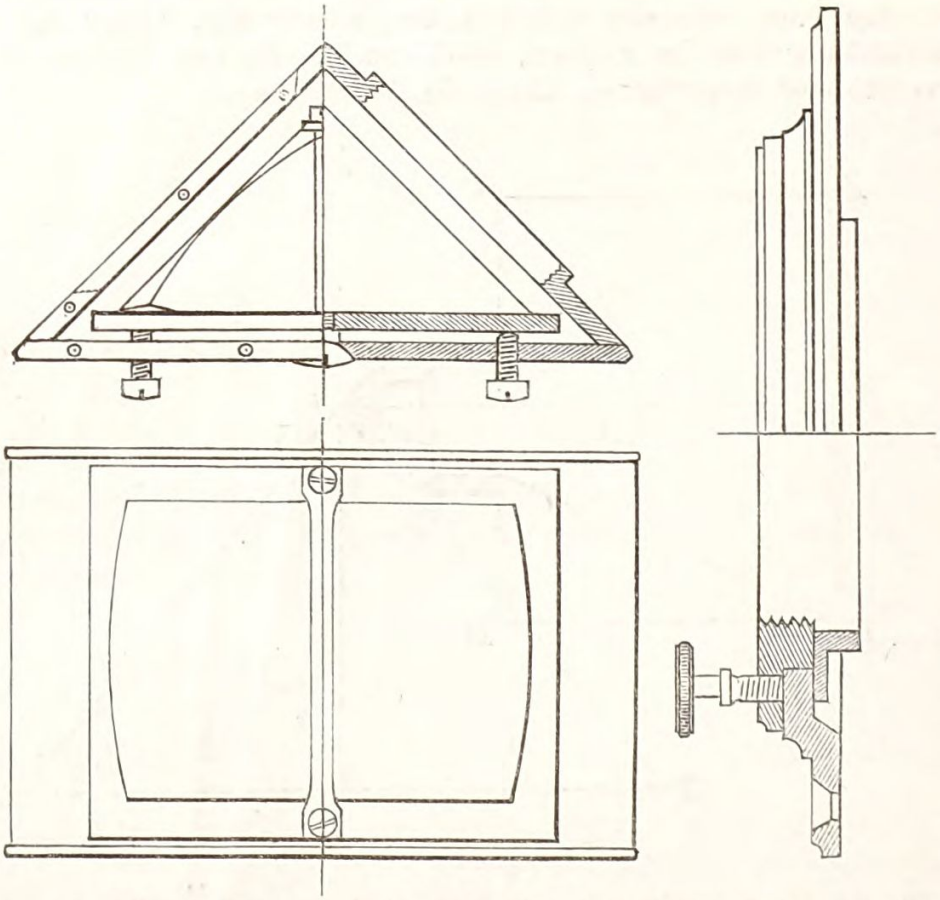


Fig. 134. Steinheil'sches Umkehrungs-Prisma mit Drehvorrichtung.

Fig. 134 zeigt ein Steinheil'sches Umkehrungs-Prisma mit Drehvorrichtung.

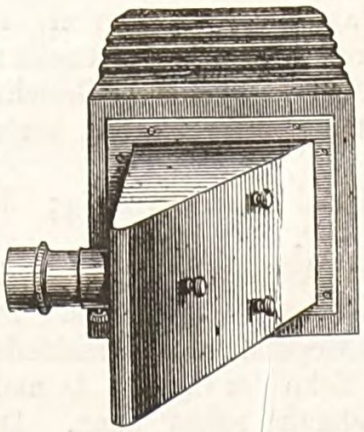


Fig. 135.
Talbot's Negativ-Umkehrungsapparat.

Romain Talbot in Berlin lässt „Negativ-Umkehrungsapparate" ähnlicher Construction, entweder mit Prisma oder mit einem prismatischen Holzkästchen, dessen Hypothenusenfläche im Innern aus einem Spiegel besteht, anfertigen [96]), deren Form Fig. 135 zeigt.

Die drei sichtbaren Schräubchen dienen zur Regulirung der Stellung des Prismas resp. des Spiegels. Die Stellung derselben ist eine richtige, sobald das durch das Objectiv erzeugte Lichtbild auf der Visirscheibe vollständig kreisrund ist.

Zeigt sich, dass, während die Mitte scharf eingestellt ist, die verschiedenen Ränder

95) Schnauss, Photogr. Lexicon. 1881. Husnik, Phot. Corresp. 1880. S. 15.
96) Schnauss, Photogr. Lexicon. 1881. S. 374.

ungleich scharf erscheinen, so ist der Fehler entweder darin zu suchen, dass das Object, oder das Objectivbrett, oder die matte Scheibe nicht senkrecht ist, oder dass die Längenseite der Camera nicht gehörig mit dem Staffeleibrette parallel steht, oder dass die Camera nicht gehörig horizontal steht.

Für die Anwendung eines Umkehrungs-Prisma sind Apparate mit kleinen Linsen, wie die Steinheil'schen Weitwinkel-Aplanate, besonders geeignet, sobald sie, wie die letzteren, correcte Bilder von grossem Format geben.

Das Reflexionsprisma kann auch im Innern des Objectivs selbst (zwischen Vorder- und Hinterlinse) angebracht werden. Das als Linsenfassung dienende Rohr ist dann gebrochen. Die Prismen können dann sehr kleine Dimensionen haben (Stolze[97]), aber nicht mit jedem Objectiv verwendet werden.

Wenn man mit Spiegeln oder Prismen arbeitet, darf man nicht vergessen, dass die Exposition länger genommen werden muss, als ohne dieselben. Darauf ist schon in den ältesten Handbüchern der Photographie aufmerksam gemacht und der Unterschied auf ungefähr $^1/_3$ geschätzt[98]).

Die vielen Vorsichtsmassregeln, welche man bei der Anwendung der Umkehrungs-Prismen einzuhalten gezwungen ist, sowie die Unmöglichkeit, das Prisma an jeden, insbesondere an grossen Objectiven, anzubringen, ist die Ursache, dass Viele verkehrte Negative lieber durch Exposition der empfindlichen Platten durch's Glas hindurch vorziehen.

XIX. Die Diaphragmen oder Blenden.

A. Wirkung der eigentlichen runden Blenden oder Diaphragmen.

Die Blenden oder Diaphragmen sind von grösster Wichtigkeit, indem sie die Focustiefe der Linse erhöhen und dadurch dieser die Fähigkeit ertheilen, auf einer ebenen Fläche ein möglichst gleichmässig scharfes Bild geben zu können.

Der Beweis lässt sich leicht herstellen, indem man z. B. auf eine Landkarte, mittelst einer Camera und eines einfachen Objectives, dessen sämmtliche Diaphragmen herausgenommen sind, einstellt. Man wird dann nicht im Stande sein ein scharfes Bild zu erhalten, sondern es wird dies nur in dem Centrum oder auf einem kleinen Kreis, welcher symmetrisch in der Mitte sich befindet, der Fall sein; setzt man alsdann in das Objectiv ein Diaphragma von kleinem Durchmesser ein, so wird man finden, dass die Schärfe über eine bedeutend grössere Fläche des Bildes auf dem matten Glase sich erstreckt.

Die Ränder der Blenden sollen fein abgeschärft und gut geschwärzt sein, damit sie nicht zu falschen Lichtreflexen Anlass geben. Die Blenden haben entweder die Form von runden Scheibchen, welche mittelst einer übergreifenden Kappe an das Objectivrohr befestigt werden (Fig. 136), wie z. B. bei der einfachen Linse, dem Orthoscop oder die Form Fig. 136 a, wenn sie in einen Spalt des Objectivrohres eingeschoben werden sollen.

97) Phot. Wochenblatt. 1881. S. 351.
98) Schmidt, Handbuch der Photographie. 1852. S. 15.

Für den Landschafter ist es gut alle Blenden zusammen, um einen Stift bei *A* drehbar (Fig. 137), gefasst zu haben, weil beim Arbeiten im Freien leicht eine oder die andere der Blenden verloren gehen kann [99]).

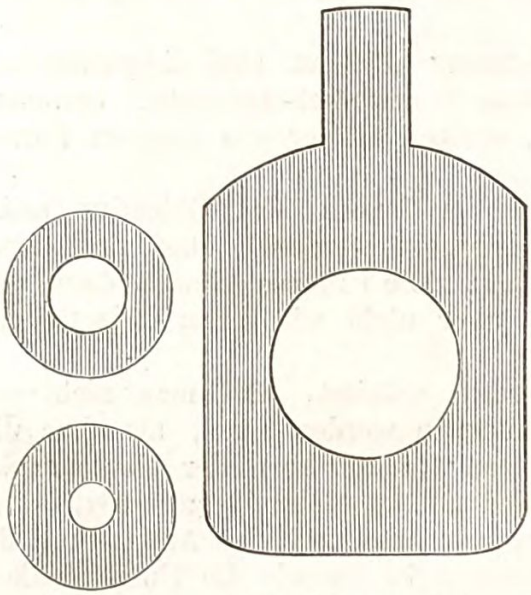


Fig. 136. Fig. 136a. Blenden.

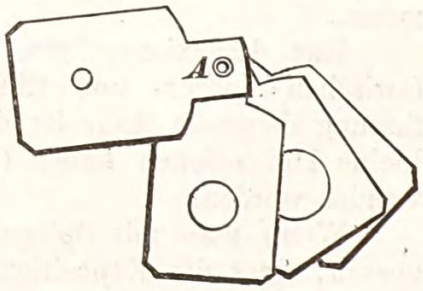


Fig. 137. Blenden.

Die Wirkung der Blenden ist je nach ihrer Stellung und der Art der angewendeten Linsencombination eine verschiedene. Manche Objective, wie z. B. die einfache Linse, haben das Diaphragma vor der Linse (vergl. S. 210 und 214), beim Orthoscop befindet es sich hinter den Linsen, bei den meisten Objectiven in der Mitte. Manche Objective müssen stark abgeblendet werden, andere wenig.

Eine einfache Linse gibt nur dann ein ebenes Bild einer Ansicht von namhafter Grösse, wenn das Centrum und die Ränder der Linse abgesondert wirken; das erstere soll durch die Lichtbündel, welche parallel mit der Achse auffallen, letztere durch die schräg einfallenden Strahlen wirken: denn nur unter dieser Bedingung erhält man ein ebenes Bild. Diese Wirkung erzielt man, wenn man vor der einfachen Linse an einem durch Berechnung oder Erfahrung festgestellten Orte eine Blende mit kleiner Oeffnung anbringt.

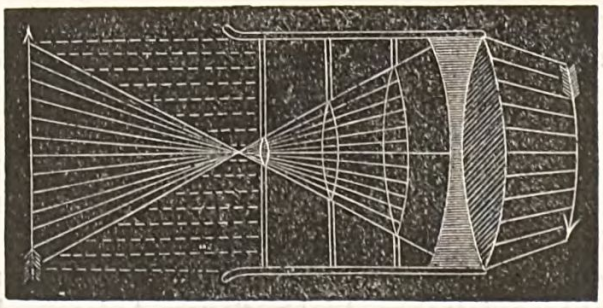


Fig. 138. Landschaftslinse mit Blendung von verschiedener Grösse.

Fig. 138 zeigt eine Landschaftslinse mit vorgestellter Blende. Es ist ersichtlich, dass die Strahlen vor einem Gegenstande sich kreuzen, ehe sie in die Linse treten und von dem Kreuzungspunkte an einen Kegel bilden, dessen Basis die Linse selbst ist. Die Blendung muss so gestellt sein, dass

99) Reffitt, Brit. Journ. Phot. Almanac. 1882. S. 154.

sie einen Ring um den Kegel bildet. Je kleiner die Blendung, desto näher muss sie der Spitze des Kegels sein, d. h. desto weiter von der Linse entfernt. Aus demselben Grunde wird, wenn man einen nahen Gegenstand copirt und mehr Licht nothwendig ist, eine grössere Blendung anwenden, welche mehr mittlere Strahlen zulässt; eine solche Blende wird dann näher der Linse gestellt. Würde eine kleine Blende nahe oder ganz knapp an eine Linse gestellt, so macht sie aus derselben blos eine offene Linse mit kleinem Durchmesser. Manche Optiker befestigen die Blende in einer Entfernung, welche beiläufig dem Durchmesser derselben gleich ist, vor der Linse.

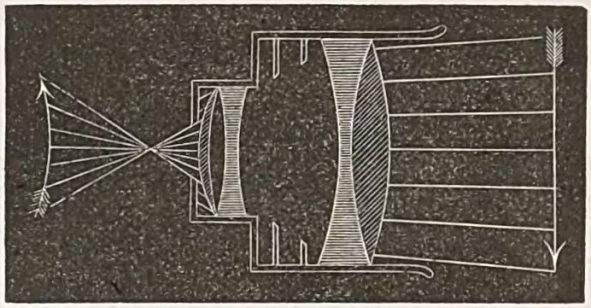


Fig. 139. Orthoscop mit Blendung hinter den Linsen.

Viele bringen sie (besonders für Landschaftslinsen) in einer Entfernung von $^1/_4$ bis $^1/_7$ Brennweite an[100]). Versuchsweise kann die beste Stelle gefunden werden, indem man die Blende in eine Röhre schiebt, bis bei gleicher Beleuchtung des Feldes die beste Schärfe erreicht ist. — Dass die vor der Linse angebrachte Blendung eine Krümmung der Linien in „Fassform“ hervorbringt, wurde schon S. 137 erwähnt. Die Verzeichnung eines Orthoscopes, bei welchem die Blende hinter den Linsen angebracht ist, wurde S. 211 erwähnt und ist auch aus Fig. 139 ersichtlich.

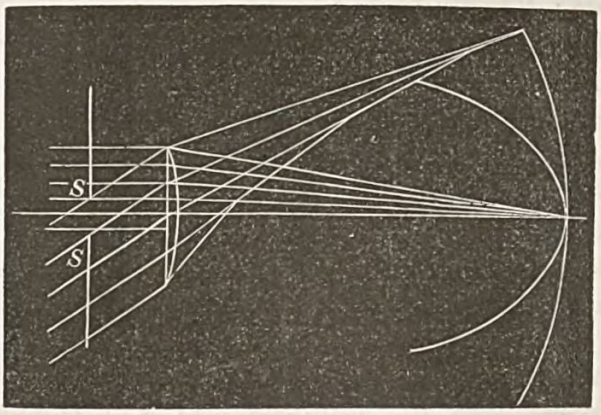


Fig. 140. Einfluss der Blendung auf die Krümmung der Bildfläche.

Die Distanz der Blenden von der einfachen Linse hat auch Einfluss auf die An- oder Abwesenheit eines centralen Lichtfleckes. Derselbe entsteht in Folge ungünstiger Blendenstellung und erscheint als helles Bild der Blendenöffnung auf der matten Scheibe; es entsteht nämlich ein reflectirtes Bild der Oeffnung, welche mit dem Brennpunkt zusammenfällt. Eine kleine Aenderung in dem Abstand der Blende beseitigt den Fehler (s. S. 301).

Die Blende macht auch das Bildfeld flacher. Wie sehr eine vor einer einfachen Linse angebrachte Blende das Bildfeld flacher macht, zeigt Fig. 140.

100) Dallmeyer, Bulletin de l'Associat. Belge de Phot. 1878. Bd. 5, S. 93.

Das mehr gekrümmte Gesichtsfeld erhält man beim Gebrauch des mittleren Theiles der Linse allein (also z. B. auch bei unmittelbarer Annäherung der Blende SS an die Linse); das flachere beim Gebrauch der Blendung bei SS. Es werden nämlich alle jene Strahlen aufgefangen, welche zu kürzeren Brennpunkten kommen. Durch diese Anordnung wird aber die Verzerrung mit sich gebracht. (Weiteres über den Einfluss der Blenden auf die einfache Linse s. S. 210.)

Bei Doppelobjectiven mussten ursprünglich die Blenden in Form von Scheibchen an ein zwischen den Linsen befindliches Rohr gesteckt werden. Bei den Petzval-Voigtländer'schen Porträt-Objectiven musste die eine Linse jedesmal abgeschraubt, die Blende eingesetzt und dann wieder aufgeschraubt werden. In ungeübten Händen wurde hierbei nicht selten die richtige Lage des Brennpunktes und der Centrirung der Linsen gefährdet.

Aus diesem Grunde wendete schon Archer 1853 Centralblenden an, welche dann später besonders Waterhouse empfahl und die auch häufig Waterhouse-Blenden genannt werden. Im Jahre 1859 versah Voigtländer seine Porträt-Objective mit Centralblenden, welche durch einen Schlitz (Coulisse) in die Fassung eingeführt und leicht gewechselt werden konnten[101]).

Bringt man beim Petzval'schen Porträt-Objectiv eine Blende hinter den Linsen statt zwischen ihnen an, so erhält man grössere Tiefe mit einiger sphärischer Abweichung; vor den Linsen erreicht man Flachheit des Feldes mit geringerer Tiefe.

Bei den symmetrischen Objectiven (Aplanat etc.) befindet sich die Blende in der Mitte zwischen Vorder- und Hinterlinse.

Es gibt jedoch auch eine Gränze jener Vortheile, welche durch die Verminderung der Blenden-Durchmesser geboten werden: Erstens steht der Lichtverlust und folglich die Verlängerung der Belichtungszeit in directem Verhältniss zu dieser Verminderung.

Ausser dem Lichtverlust tritt bei der Wahl allzu kleiner Blenden noch eine andere Unannehmlichkeit ein, welche man nur zu oft nicht beachtet. Wenn die Oeffnung auf ihr Minimum verringert wird, so verliert das Bild viel von seinem Relief. Das Bild erhält weniger Kraft, weniger Relief, die verschiedenen Partien des Bildes (z. B. eine Landschaft) treten weniger scharf hervor und die Effecte der Distanz verschwinden. Die Gegenstände scheinen zusammengedrückt und das Bild sieht eher aus wie eine Art Landkarte als wie ein Gemälde, welches ein gewisses Relief und Perspective haben soll.

Bei Landschaftsaufnahmen etc. schadet allzu kleine Blendung dem künstlerischen Effecte, was bei Reproduction von Zeichnungen etc. natürlich nicht eintritt.

Verkleinert man die Blenden unter eine gewisse Minimal-Grenze, so treten Beugungserscheinungen ein, welche das Bild unscharf machen. Allzuviel schadet also auch hier.

B. Viereckige Blenden.

Quinet sowie Bertsch versahen 1860 das Porträt-Objectiv mit Blenden von rechtwinkeliger Oeffnung. Dieselben sollten eine viel grössere Menge

101) Horn's Phot. Journal. 1859. Bd. 11, S. 81. Bulletin Soc. franç. Phot. 1859. S. 93.

unnützes Licht abhalten. Die Gebrüder Diguey setzten dieses Diaphragma aus zwei Kupferplatten zusammen, welche einander genähert und übereinander gelegt werden konnten, wodurch die Blendenöffnung regulirt werden konnte; ein eingetheilter Nonius zeigte den jeweiligen Durchmesser des Diaphragmas an[102]); eine ähnliche Construction hatte übrigens schon Noton 1856 angegeben[103]).

Die viereckigen Blenden sind nicht zu empfehlen, denn die Blenden sollen die Randstrahlen abschneiden und müssen deshalb stets kreisrund sein; die Randstrahlen geben nämlich stets ein etwas anders gelegenes Bild, als die centralen. Deshalb sollen die Centralblenden immer rund sein. (Ueber viereckige Lichtblenden vor den Linsen s. S. 276.)

C. Blenden mit zwei oder mehr Oeffnungen.

Man hat auch Blenden mit zwei Oeffnungen construirt, welche bewirken, dass auf der matten Scheibe ein Bild erscheint, welches beim unscharfen Einstellen verworren und doppelt erscheint, beim scharfen Einstellen aber ganz deutlich und mit einfachen Conturen erscheint. Diese Blenden haben keinerlei Vortheil; nichts desto weniger wurden sie wiederholt angewendet[104]), weil man glaubte, dadurch in einem einzigen Bilde einen stereoscopischen Effect zu bekommen, was aber irrthümlich ist.

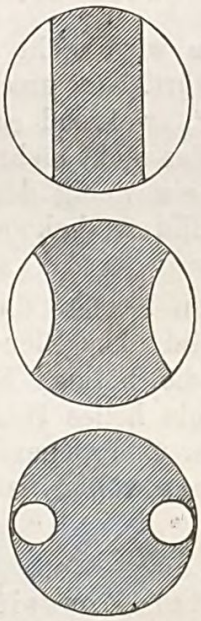


Fig. 141. Lehmann's Blenden.

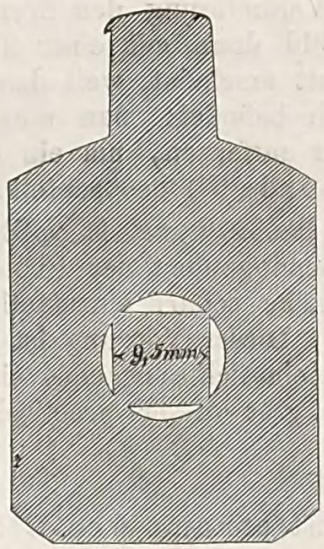


Fig. 142. Gliese's Blenden.

Die Anwendung von Blenden mit doppelten Oeffnungen zur angeblichen Erzielung stereoscopischer Effecte war schon am 15. September 1855 im Journal der Photogr. Society of Great Britain von Norman beschrieben[105]). Später wurde angegeben, dass mit einer solchen Blende die Sache nicht

102) Bulletin Soc. franç. Phot. 1860. Bd. 6, S. 29. Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1860. S. 38.

103) Journ. Phot. Soc. London. Bd. 3, S. 165. Kreutzer, Jahrber. f. Phot. 1856. S. 147.

104) An gewissen Stellen zeigen sich mitunter trotz aller Vorsicht Doppelconturen.

105) Phot. Mitth. Bd. 15, S. 181.

möglich sei, wenn man bloss Eine Platte aufnimmt. Deckt man aber bei einer Aufnahme die linke Seite des Objectivs bis auf $^1/_4$ zu, dann bei einer neuen Aufnahme die rechte Seite, so geben beide Bilder im Stereoscop-Apparat einen stereoscopischen Effect[106]).

C. H. Lehmann nahm sogar 1878 ein deutsches Patent auf Blenden mit zwei Oeffnungen, welche Fig. 141 zeigt. Er erklärte als wesentlich, dass der Abstand dieser Oeffnungen möglichst dem Abstand der beiden Pupillen des menschlichen Auges (circa $6^1/_2$ cm) gleich sei. Dadurch sollte eine grosse Plastik, ähnlich wie bei Stereoscopbildern, erzeugt werden[107]).

Gliese behauptet, Lehmann's Blenden durch eine Centralblende mit vier Oeffnungen und mehr übertreffen zu können[108]). Fig. 142 zeigt eine seiner Blenden.

Mitschell schlug vor, kleinere Blenden mit einem Ring kleiner Oeffnungen zu umgeben, um sie lichtstärker zu machen, indem er behauptete, dass die Schärfe so gut wie gar nicht darunter leide[109]).

Diese Angaben sind in sich haltlos und durch die Theorie durchaus widerlegt. Durch dieses Mittel kann ungefähr das erzielt werden, wie durch die Vertauschung der Blenden während der Exposition[110]).

D. Veränderung der Brennweite mit der Grösse der Blenden.

Durch die Veränderung der Grösse der Blenden wird nicht selten eine merkliche Veränderung des Brennpunktes herbeigeführt. Es erscheint nämlich das Bild dann mit einer kleinen Blende scharf, während es mit einer grossen matt erscheint, weil das matt geschliffene Glas nicht mehr im Brennpunkte sich befindet; man muss alsdann dieselbe ein wenig dem Objectiv nähern oder entfernen, um ein möglichst scharfes Bild zu bekommen, was schon Laborde[111]) beobachtete.

Diese Beobachtung ist vollkommen richtig. Man beachte dies, weil es eine alte Gepflogenheit der Photographen ist, das Bild ohne Blende auf der matten Scheibe scharf einzustellen und dann erst die nöthige Blende einzuschieben. Dieser Vorgang ist sehr bequem, weil ein helles Bild sich viel leichter als ein lichtschwaches einstellen lässt. In der überwiegenden Anzahl von Fällen gibt dieser practische Vorgang allerdings völlig befriedigende Resultate.

E. Entfernung der Blenden während der Exposition.

Bei Benutzung kleiner Blenden ist die Lichtkraft der Objective gering. Oft begnügt man sich z. B. bei Landschafts- oder Porträt-Aufnahmen mit einer mässigen Schärfe und sucht die Exposition dadurch abzukürzen, dass man nur einen Theil der nöthigen Expositionszeit mit der eingesetzten kleinen Blende belichtet, dann die Blende herauszieht und nun mit voller Oeffnung kurze Zeit exponirt. Dadurch wirkt das Licht kräftig auf die empfindliche

106) Phot. Mitth. Bd. 7, S. 298; Bd. 15, S. 37.
107) Phot. Wochenbl. 1878. S. 286.
108) Phot. Wochenbl. 1878. S. 299.
109) Brit. Journ. Phot. 1881. S. 453. Phot. Wochenbl. 1881. S. 305.
110) Phot. Wochenbl. 1881. S. 306.
111) Horn's Phot. Journal. 1859. B. 12, S. 83.

Platte ein und gibt dem durch die vorhergehende Exposition mit Blende scharf gezeichneten Bilde die nöthige Kraft[112]).

Selbstverständlich sind derartig erhaltene Photographien niemals so scharf als solche, welche die volle Exposition mit der kleinen Blende haben. Immerhin wurde dieser Weg mehrfach von Practikern eingeschlagen, um die Exposition bei Porträten auf etwa die Hälfte abzukürzen[113]) und ist noch hie und da in Benützung.

F. Die „Lichtblenden" und „Wolkenblenden".

Ausser den Centralblenden, welche die Schärfe vermehren sollen und stets kreisrund sein müssen, können mit Vortheil noch „Lichtblenden" vor dem Objective angebracht werden. Dieselben sollen nur jene Lichtstrahlen abschneiden, welche gar nicht bei der Erzeugung des Bildes mitwirken. Bei Porträt-Objectiven, bei welchen nur selten Centralblenden angewendet werden, die so klein sind als $^1/_3$ der Oeffnung, ist die „Lichtblende" selten mit Nutzen anzuwenden. Dagegen wird sie sich ganz vortrefflich zu Landschafts-Aufnahmen eignen. Ja die grosse Brillanz der mit einer einfachen Linse aufgenommenen Landschaften rührt nach Stolze grossentheils daher, dass die Abblendung vor der Linse liegt[114]).

Eine derartige Lichtblende mit länglicher Oeffnung (Fig. 143) schlug schon Adolf Fischer 1861 vor[115]), um im photographischen Apparat ein ähnliches Bild zu erhalten, wie im menschlichen Auge. Er hatte die Ansicht, dass bei einem Porträt z. B. nicht nur die seitwärts liegenden, sondern auch die über dem Kopfe und unter dem Kinn befindlichen Massen in das Bild gezogen werden, was demselben einen aufgeschwollenen Ausdruck verleihe, was namentlich bei grösseren Apparaten eintrete. Verdecke man aber das Objectiv von aussen mittelst einer vorzuschiebenden Blendung nahe am Glase, so sei dieser Uebelstand beseitigt und das Bild werde plastischer, weshalb er diese Blende stereoscopische Blende nannte. Zwischen den Gläsern blendete er wie gewöhnlich mit runden Blenden.

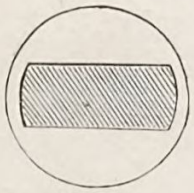


Fig. 143.
Fischer's stereoscopische Blende.

Unsere Bilder sind fast ausnahmslos von viereckiger Form, während die Querschnitte unserer Objective kreisrund sind. Es wird somit nur ein gewisser Theil der Linsen für das Bild benützt. Der übrige Theil des Objectives, welcher nicht für das viereckige Bild ausgenutzt wird, wirkt schädlich, weil er unnützes, ja sogar schädliches Licht in die Camera wirft, welches leicht durch Reflexion einen Lichtschimmer erzeugt, der der Brillanz und Klarheit schädlich ist.

Stolze empfahl die vor das Objectiv gesetzten viereckigen Lichtblenden sehr, um fremdes Licht abzuhalten. Er will jedes Objectiv mit so viel Lichtblenden versehen, als es runde Centralblenden hat[116]). Diese viereckigen Lichtblenden vor der Linse sind nicht zu verwechseln mit viereckigen Centralblenden, gegen welche sich Stolze ausspricht[116]).

112) Es ist dies eine Art Nachbelichtung s. S. 70.
113) Phot. News. 1873. S. 441 und 1875. S. 33.
114) Phot. Wochenblatt. 1881. S. 225 und 238.
115) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5. S. 4.
116) Phot. Wochenbl. 1881. S. 225, 239.

Furnell schlug vor, die viereckigen Lichtblenden hinter dem Objectiv im Innern der Camera anzubringen[117]).

Blenden, welche vor das Objectiv gesteckt werden, um fremdes Licht abzuhalten, sind besonders für die Landschafts-Photographie von Werth. Vom Himmel kommt immer viel mehr Licht, als vom Vordergrund, so dass die Wolkenpartien etc. längst überexponirt sind, bevor der Vordergrund genügend belichtet ist; zugleich raubt das starke in den Apparat fallende Himmelslicht dem Bilde die Brillanz. Deshalb wurden Blenden speciell zur Abblendung der Wolken und des Himmels construirt, welche „Wolkenblenden" genannt wurden.

Neigt man die vor eine einfache Linse gebrachte Blende nach vorn (Fig. 144), so erhält der Vordergrund im Negativ die vollen Lichtstrahlen, der Himmel hingegen nur solche von geringerem Durchmesser.

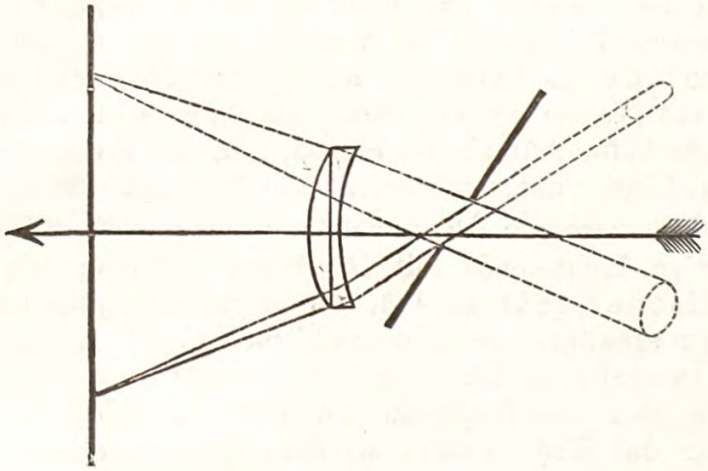


Fig. 144. Schiefe Wolkenblende.

Durch eine blosse Drehung der ganzen Linse lässt sich die Stellung der Blende so verändern, dass auch solche Sujets, in denen der Vordergrund oder der dunkle Theil ein Dreieck füllt, eine passende Beleuchtung erhalten. Ebensogut wie in einem einfachen Landschafts-Objectiv kann diese Blende in einem Doppelobjectiv angebracht werden.

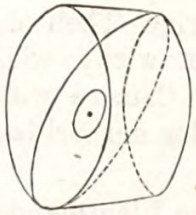


Fig. 145.

Fig. 146.

Schiefe Wolkenblende.

Sutton brachte die Wolkenblende in die grösste Blende des Objectivs hinein. In einen etwas conischen Metallring war die Blende schräg eingesteckt, wie Fig. 145 zeigt (Fig. 146 ist der Querschnitt). Die Mitte des conischen Rings hatte denselben Durchmesser, wie die grösste Blende des Objectivs; man steckte ihn in letztere hinein und drückte etwas an. Der Ring konnte schon so eingesetzt werden, dass man eine Adjustirung durch Umdrehen des Objectivs nicht vorzunehmen brauchte. Eine Neigung der Blenden von 35^0 ist nach Sutton[118]) in den meisten Fällen das Richtige. Der Vordergrund erhält dadurch viermal so viel Licht, als der Himmel. Als practisches Resultat ist ferner in Rechnung zu bringen, dass die Belichtungszeit bei Anwendung der geneigten Blende kürzer ist.

117) Phot. Wochenbl. 1887. S. 322; aus Brit. Journ. of Phot. 1881. S. 322.
118) Phot. Archiv 1868. S. 247.

Aus Fig. 146 ergibt sich die Zusammenstellung der Sutton'schen Landschaftslinse[119]). *A A* ist eine einfache Linse, beiderseits durch Deckel verschliessbar. Die weitere Blendung *C C* ist feststehend. Die engere Blendung *B B* mit der Fassung *D D* ist drehbar und lässt sich in die

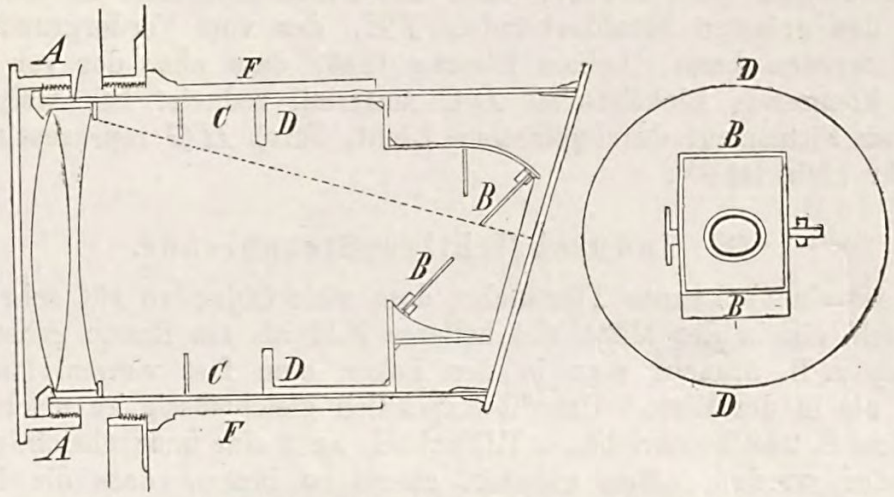


Fig. 147. Zusammenstellung der Sutton'schen Landschaftslinse.

Röhre hinein- und herausschieben. Die bewegliche Blendung wird bei der Aufnahme so gedreht, dass ihre Oeffnung mehr nach unten, also nach den dunkleren Partien des Bildes, gerichtet ist.

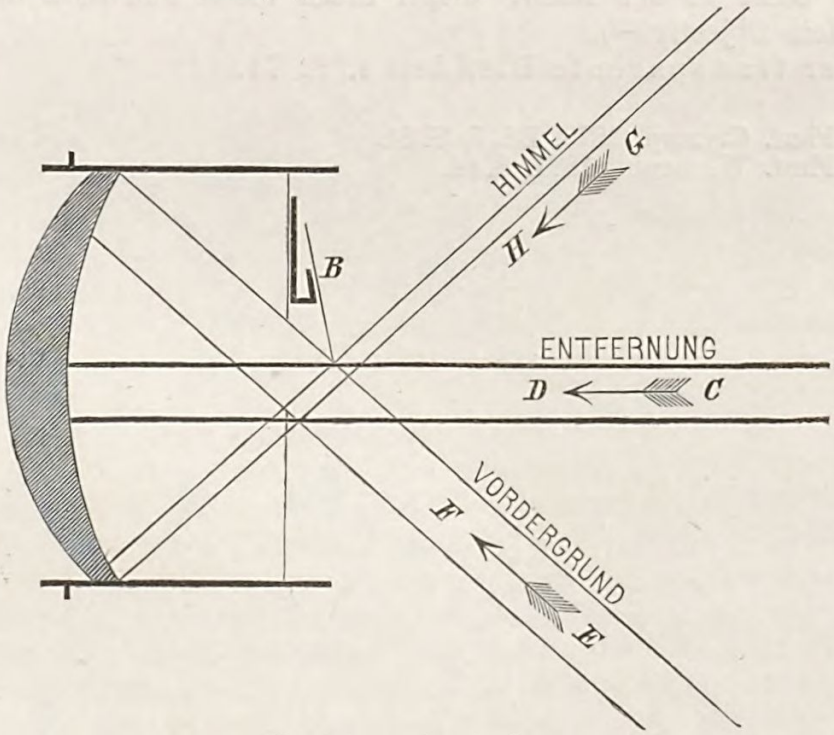


Fig. 148. Wolkenblende.

Durch folgende Einrichtung kann man mit gewöhnlichen Blenden (ohne sie schräg zu stellen) einen Theil der vom Himmel direct in den Apparat fallenden Strahlen abschneiden. Fig. 148 zeigt die Form, welche Kershaw den Wolkenblenden gab[120]).

119) Schnauss, Phot. Lexicon. 1882. S. 285.
120) Phot. Corresp. 1870. Bd. 7, S. 84; aus Brit. Journ. Phot Almanac.

Er hatte auf der Diaphragmaplatte der Linse und oberhalb der Oeffnung eine kleine Platte angebracht, welche verschoben, und mit welcher nach Belieben das Licht abgesperrt werden konnte, wenn man sie gegenüber der Oeffnung in die Blende brachte.

Aus Obigem geht hervor, dass die Firmamentplatte B dem Durchdringen des grössten Strahlenbündels FE, der vom Vordergrunde durchgelassen werden kann, keinen Eintrag thut, dass aber der von der Entfernung kommende Lichtbüschel DC materiell reducirt ist, während das ganze vom Firmament durchgelassene Licht, durch HG repräsentirt, in der That sehr klein ist[121]).

G. Undurchsichtige Sternblende.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass viele Objective mit sehr grossem Gesichtsfeld ein in der Mitte viel helleres Bild als am Rande geben. Beim Pantoscop z. B. braucht man in den Ecken eine fast viermal längere Belichtung als in der Mitte. Um die Exposition gleichmässig zu machen, kann ausser dem S. 248 beschriebenen Hilfsmittel, auch eine undurchsichtige Blende angewendet werden. Man exponirt zuerst so lange, dass die Mitte des Bildes ausexponirt ist und deckt dann einen Stern von schwarzem Papier dicht vor das Objectiv. Die Strahlen des Sternes dürfen höchstens die halbe Breite der kleinsten Blendenöffnung haben; in der Mitte des Sternes ist ein Kreis von etwa $^2/_3$ des Objectivdurchmessers, die Länge der Strahlen reicht bis dicht an den Rand; dieser Stern bleibt nun noch die dreifache Zeit vor dem Objectiv[122]).

Ueber transparente Blenden s. S. 71.

121) Phot. Corresp. 1870. Bd. 7, S. 84.
122) Phot. Wochenbl. 1881. S. 64.

ELFTES CAPITEL.

PRÜFUNG UND WAHL DER OBJECTIVE.

I. Beschaffenheit der Linse und ihrer Fassung.

Zur guten Ausführung eines Objectives gehört vor Allem die Wahl homogenen Glases, das nicht an einzelnen Stellen andere Dichtigkeit besitzt. Es müssen die Gläser genau centrisch und die Flächen gut sphärisch sein.

Eine nicht vollkommen polirte Oberfläche ist der Brillanz des Bildes sehr schädlich, denn es wird von den mehr oder weniger matten Oberflächen der Linsen nach allen Seiten, folglich auch in die Camera hinein, diffuses Licht reflectirt und zwar um so mehr, je unvollkommener die Politur ist.

Das Vorhandensein einiger Luftblasen im Glase der Linsen ist ganz ohne Einfluss auf die Güte derselben.

Abnehmer tadeln häufig, dass die Gläser mit kleineren oder grösseren Blasen, Steinchen etc. behaftet sind, jedoch ohne Grund, da diese kleinen Unvollkommenheiten nur als Schönheitsfehler zu betrachten sind, die nicht den geringsten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Objectives ausüben. Um sich hiervon zu überzeugen, klebe man auf eine der vier Linsen ein Stückchen Papier, selbst bis zur Grösse von 10 mm, und man wird durchaus keine Wirkung am Bilde wahrnehmen.

Es ist sehr leicht, böhmisches Krystallglas für gewöhnliche Zwecke in grossen Dimensionen ohne solche Schönheitsfehler zu erhalten, während gerade das zu optischen Zwecken erzeugte und bedeutend theurere Glas selten frei von denselben ist. Die Schwierigkeit, brauchbares Glas für optische Zwecke zu erhalten, ist wahrlich schon gross genug, und man sollte dieselbe nicht noch durch vollständig ungereimte und zwecklose Forderungen erhöhen, deren Erfüllung dem Optiker oft zur Unmöglichkeit wird, da selten ein Stück Glas von über 80 mm Grösse hinaus ganz fehlerfrei zu finden ist. (Voigtländer.)

Der berühmte Optiker Fraunhofer soll einmal auf die Klage, die gegen eines seiner Fernrohrobjective wegen solcher Bläschen geführt wurde, geantwortet haben: Er habe das Glas zum Durchsehen und nicht zum Ansehen übersendet[1]).

1) Martin, Handbuch der Photographie. 1854. S. 9.

Man kann sogar mit zerbrochenen und wieder zusammengesetzten Linsen fast so gut arbeiten, wie mit einer unverletzten, selbst wenn ein Stück daraus ganz fehlt; bei einer ganz correcten Linse gibt jeder einzelne Theil dasselbe Bild, wie die ganze Linse, nur wird sie natürlich lichtschwächer[2]).

Sollte sich auf der Oberfläche der Linse eine Schramme mit rauhen Rändern finden, so tauche man einen feinen Pinsel in schwarzen Firniss und fahre damit über die Schramme hin. Der kleine Verlust an Licht, den man dadurch erleidet, fällt nicht in das Gewicht gegen den Gewinn, dass man die der Brillanz des Bildes schädliche, von der Schramme ausgehende Reflexion von diffusem Licht vermeidet.

Zum Reinigen der Gläser bediene man sich ausgewaschener Baumwollstoffe, welche besser als Leder oder Leinwand sind.

Ueber die verschiedene Färbung des Glases und die davon abhängige Schwankung der Lichtkraft s. S. 65 und 206; über die allmählige Veränderung des Glases s. S. 15.

Was die Fassung der Linsen anbelangt, so ist zu bemerken, dass die Messingröhren innen matt-schwarz sein müssen, um das Entstehen falscher Lichtreflexe zu vermeiden. Desgleichen sollen die Blenden geschwärzt sein.

Beim Einschrauben der Linse in ihre Fassung muss man sich in Acht nehmen, das Gewinde nicht übermässig stark anzuziehen, am allerwenigsten, wenn es sich nicht ganz richtig im Gewinde befindet. Erleiden die Linsen eine starke ungleichmässige Pressung oder Zerrung, so werden sie in ihren optischen Eigenschaften alterirt[3]); es kommt vor, dass ganz correcte Linsen durch gewaltsames Aufschrauben des Ringes auf ein nicht ebenes Objectivbrett so verbogen werden, dass man kein scharfes Bild mehr erhält.

Es ist sehr wichtig, dass auf der inneren Seite der Fassung der Objective keinerlei Reflex-Licht oder Glanz sich zeigt. Es reicht nicht hin, dass diese Fassungen inwendig überhaupt geschwärzt sind, sondern es muss dieses Schwarz auch ein völlig mattes sein.

Um die Anwesenheit solcher störenden Reflexe bei einem Objectiv zu entdecken, muss man die matte Scheibe aus der Camera entfernen und von hinten durch das Objectiv hindurchblicken, indem man den Kopf, der, wie gewöhnlich beim Einstellen, mit einem dichten Tuch überdeckt ist, hin und her bewegt. Entdeckt man dabei irgend einen Glanz auf der inneren Wand der Fassung, so hat man die glänzenden Stellen der Fassung mit einem schwarzen matten Firniss zu überdecken.

II. Leitende Gesichtspunkte bei der Prüfung der Objective.

Beim Prüfen und Wählen der Photographen-Objective sind folgende Punkte zu beachten[4]):

1) Bestimmung der Brennweite.
2) Probe über das richtige Zeichnen der Objective.
3) Bestimmung der Form der Bildfläche.
4) Prüfung auf Deutlichkeit und chemischen Focus.
5) Bestimmung der Grösse des Gesichtsfeldes.

2) Phot. Mitth. 1880. Bd. 17, S. 56.
3) Phot. News. 1880. S. 385.
4) Steinheil, Carl's Repertorium. 1869. Bd. 5, S. 193.

6) Bestimmung der Helligkeit der Apparate.
7) Falsches Licht und heller Fleck.
8) Der zur Aufstellung nöthige Raum, wenn das Grössenverhältniss zwischen Gegenstand und Bild gegeben ist, als nothwendige Folge der Brennweite.
9) Plattengrösse, welche ein Objectiv mit deutlichem Bilde deckt, als nothwendige Folge der Deutlichkeit und des Gesichtsfeldwinkels.
10) Tiefe der Bilder.

Diese Zusammenstellung dient als Uebersicht über die verschiedenen Factoren, welche die Brauchbarkeit eines photographischen Objectives bedingen; im Folgenden ist dies ausführlicher behandelt.

III. Bestimmung der Brennweite.

Es ist begreiflicherweise nicht einerlei, ob man die Distanz des Brennpunktes bis zur Hinterlinse des Objectives, oder der Mitte des Objectives, oder besser den optischen Mittelpunkt misst. Das Letztere ist das Genaueste („äquivalente Brennweite").

Genau lässt sich die wahre Brennweite eines Objectives ermitteln, wenn man in der Camera einen sehr entfernten Gegenstand scharf einstellt und die Stellung des Visirscheibenrahmens auf dem Boden der Camera genau anzeichnet. Sodann wird ein Gegenstand so eingestellt, dass das Bild genau so gross ist, wie der Gegenstand selbst. Die Stellung des Visirscheibenrahmens wird wiederum genau markirt. Die Entfernung zwischen diesen beiden Punkten ist die Brennweite des Objectivs[5]).

Grubb ermittelt die wahre Brennweite, indem er die Camera so stellt, dass die Bilder von zwei Gegenständen gleich weit vom Mittelpunkte der Visirscheibe entfernt sind und misst diese scheinbare Entfernung von einander. Dann misst er ihren Winkel mit einem Theodolith. Wenn w der Winkel und d die Entfernung der Bilder auf der Visirscheibe ist, so ist die Brennweite der Linse $T = \frac{d}{2 \operatorname{tg} \frac{w}{2}}$, d. h. die halbe Entfernung der Bilder, getheilt durch die halbe Tangente des beobachteten Winkels, ist die gesuchte Brennweite (äquivalente Brennweite[6]).

Eine sehr häufig angewendete Methode zur annähernd genauen Bestimmung der Brennweite ist folgende: Man stellt einen Gegenstand (z. B. ein gezeichnetes Quadrat) derartig auf der Visirscheibe scharf ein, dass das Bild auf der matten Scheibe genau die Grösse des Gegenstandes hat. Dividirt man die ganze Entfernung des Gegenstandes bis zum Bilde auf der Visirscheibe durch 4, so erhält man die Brennweite.

Diese Methode der Brennpunktbestimmung ist nur bei combinirten Linsensystemen richtig, bei welchen die beiden Hauptpunkte zusammenfallen. Die gefundene Zahl ist in den anderen Fällen meist kleiner als die wahre äquivalente Brennweite (Carey Lea).

Häufig bestimmt der Practiker (namentlich bei einfachen Sammellinsen oder einfachen Landschaftsobjectiven) annähernd den Brennpunkt, indem

5) Voigtländer. — Auch Mathiot, Phot. Arch. 1866. S. 332.
6) Carey Lea, Phot. Arch. 1866. S. 299, 331.

man das Bild eines sehr entfernten Gegenstandes (z. B. Sonne, Mond[7]) auf der matten Scheibe, oder das Objectiv frei haltend, auf weisses Papier, die Wand etc. entwirft und dann die Entfernung des Bildes bis zum Mittelpunkt (meistens der rückwärtigen Fläche) der Linse misst.

Dabei ist nicht berücksichtigt, dass durchaus nicht immer die Mitte des Linsensystems zugleich das sog. optische Centrum, von welchem aus die äquivalente Brennweite gemessen wird, ist; diese approximative Brennweite ist bei der einfachen Linse (Meniscus, dessen concave Seite dem Licht zugewendet ist) länger, beim Porträt-Doppelobjectiv kürzer, als die wirkliche Brennweite.

IV. Die Verzeichnung.

Wenn man das durch eine gewöhnliche Sammellinse auf der matten Scheibe der Camera gezeichnete Bild genau betrachtet, so findet man, dass die Lineamente des Bildes nicht genau mit den Lineamenten des Objectes übereinstimmen.

Am deutlichsten zeigt sich dies, wenn man das Bild eines Quadrates entwirft, wie dies Fig. 84 und 85 S. 210 veranschaulicht ist.

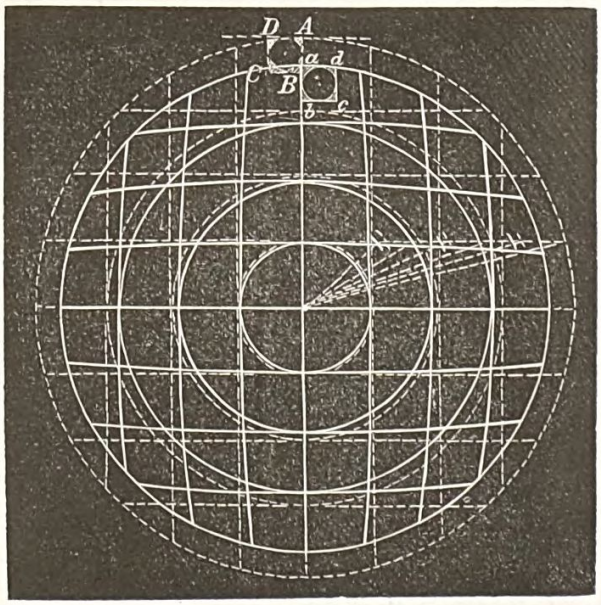


Fig. 149. Verzerrung durch eine einfache Linse.

Diese Erscheinung nennt man Verzeichnung. Sie beruht darauf, dass die Randstrahlen des Gesichtsfeldes unter stärkerem Winkel auf die Linse fallen und dadurch eine stärkere Ablenkung erleiden, als die centralen Strahlen.

Die Verzeichnung pflegt um so stärker hervorzutreten, je kürzer die Brennweite im Verhältniss zur Linsen-Oeffnung ist. Die geeignete Anwendung eines Diaphragma vermindert die Verzeichnung und zwar um so mehr, je mehr man dasselbe der Linse nähert.

Dass auch die Blendenstellung (vor oder hinter der Linse) auf die Verzeichnung Einfluss hat, wurde schon S. 210 angedeutet; sie muss deshalb wohl beachtet werden. Z. B. die Verzerrung, welche ein Petzval'sches Porträt-Objectiv gibt, lässt sich durch Anbringung von Blenden im optischen Mittelpunkt des Systems sehr vermindern; Blenden vor dem Objectiv haben hierauf wenig Einfluss.

Gewisse Constructionen, z. B. Aplanat, Rectilinear, Pantoscop, Euryscop, sind frei von Verzeichnung.

Um zu prüfen, ob ein Objectiv frei von Verzeichnung ist, theilt man einen Bogen Papier durch gerade Linien in Quadrate und setzt diese Zeichnung dem Objectiv gegenüber (in einer Distanz nicht unter 5 Brennweiten).

7) In den meisten Fällen wirkt ein Abstand von 300 und mehr Brennweiten in Bezug auf Einstellung und Oeffnungsverhältniss, wie eine unendliche Entfernung.

Fig. 149 gibt ein Bild der Verzerrung von einer planconvexen Linse mit einer Brennweite, die $3^3/_4$ mal grösser ist als ihr Durchmesser ist. Der Einfallswinkel beträgt 30^0, der Brechungsindex $= 1{,}5$. Das unverzerrte Bild ist durch punktirte Linien angedeutet, das verzerrte Bild durch die ununterbrochenen Linien. Die radiale Verzerrung im äusseren Kreise beträgt 30 Procent; ebenso gemessen über den längsten Radius = 10 Procent. Die seitliche Verzerrung im äussersten Kreise = 10 Procent. Diese Resultate zeigen den hohen Grad der Verzerrung einer planconvexen Linse[8]).

Die Verzeichnung in Folge schlechter Aufstellung (zu grosser Neigung) des Apparates gehört nicht hierher (s. S. 309).

V. Sphärische Abweichung, Krümmung der Bildfläche und Astigmatismus.

Das Bild einer Linse, welche sphärische Abweichung besitzt, ist auf seiner ganzen Fläche unscharf, wie man z. B. bei einer einfachen Landschaftslinse ohne Blendung beobachten kann. Wenn man die Randstrahlen durch Blenden abschneidet, so wird das Bild sofort scharf. Der Grund wird durch das Nachstehende veranschaulicht:

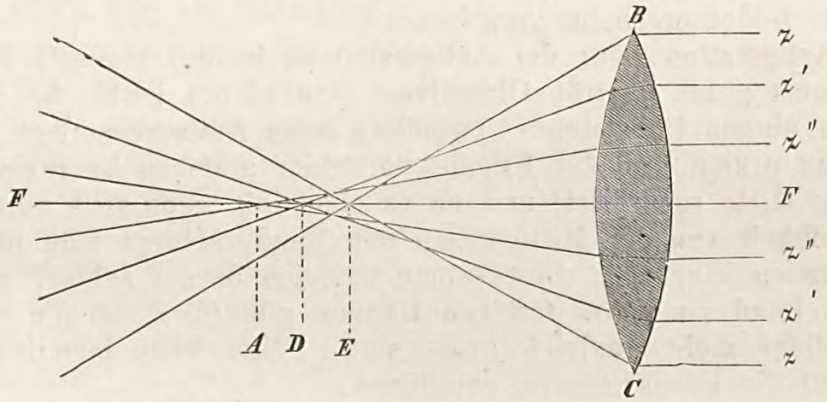


Fig. 150. Sphärische Abweichung.

Es lässt sich durch Rechnung nachweisen, dass die parallelen Strahlen z'' (Fig. 150), welche auf eine Linse mit sphärischen Flächen $B\,C$, deren Oeffnung sehr klein ist, fallen, sich in einem mathematischen Punkte A vereinigen. Aber wenn die Oeffnung der Linse zunimmt, vereinigen sich die Strahlen $z'z$ mehr in der Nähe derselben, in D und in E.

Daraus geht hervor, dass die Bilder im Brennpunkte der Linsen nicht scharf begrenzt sind, ausgenommen im Centrum, selbst wenn diese Linsen eine sehr kleine Oeffnung haben, wie es bei den einfachen Objectiven der Fall ist.

Die aplanatischen Objective (Petzval's Doppelobjectiv, Orthoscop, Triplet, Aplanat, Antiplanet) sind in Bezug auf sphärische Abweichung corrigirt und geben daher bei voller Oeffnung ein klares scharfes Bild in der Centralfläche der Visirscheibe. Bei den nicht aplanatischen Objectiven (einfache Landschaftslinse, Kugelobjectiv, Pantoscop) ist dies nicht der Fall und darum geben sie ohne Blende ein durchweg verschwommenes Bild.

Die sphärische Abweichung kann durch Vorsetzen von Blenden, passende Wahl der Krümmungshalbmesser und durch Linsencombination beseitigt oder vermindert werden.

8) Anthony, Brit. Journ. 1861. Bd. 8, S. 440.

Viele Linsen geben ein Bild, welches wohl in der Mitte scharf ist, während es am Rande verschwommen ist. Diese Erscheinung hat ihren Grund in der Krümmung oder Wölbung der Bildfläche. Sucht man durch Verschieben der Visirscheibe den Rand scharf einzustellen, so gelingt dies, aber nur auf Kosten der Shärfe des Centrums. Würde die Visirscheibe die Form eines Hohlkugelsegmentes haben, so wäre das ganze Bild scharf.

Fig. 151 zeigt das durch eine convex-concave Linse erzeugte gewölbte Bild (s. S. 273).

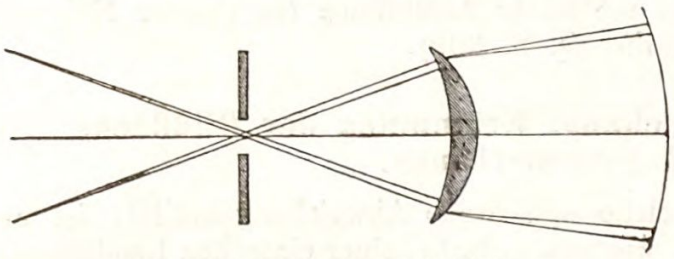


Fig. 151. Concav-convexe Linse.

Die Astigmation zeigt sich auch durch folgende Erscheinung: Wird ein kleiner glänzender runder Gegenstand, z. B. das Sonnenbild auf einer Glaskugel, welcher in der Mitte der matten Scheibe rund erscheint, am Rande der Scheibe betrachtet, so erscheint er verzogen. Das Bild erscheint vertical verlängert; nähert man die matte Scheibe dem Objectiv, so wird es horizontal verzerrt oder der Durchmesser des runden Bildes erscheint vergrössert.

Die Astigmation oder der Astigmatismus ist der lästigste Fehler lichtstarker, sonst guter Porträt-Objective. Steinheil lenkte bei seinen Constructionen diesem Uebelstande besonders seine Aufmerksamkeit zu[9]).

Um zu prüfen, ob der Kugelgestaltfehler gehoben ist (nämlich ob das Bild in der Mitte scharf ist) und ob es eben ist, wenn auch unter Abnahme der Deutlichkeit von der Mitte gegen den Rand, schlägt man nach Steinheil folgenden Weg ein, indem man zugleich darauf achtet, ob das Bild gegen den Rand zu keine farbigen Ränder gibt (d. h. ob die verschiedenfarbigen Bilder nicht ungleich gross sind). Man kann hiemit zugleich die Prüfung auf die Focusdifferenz vereinigen.

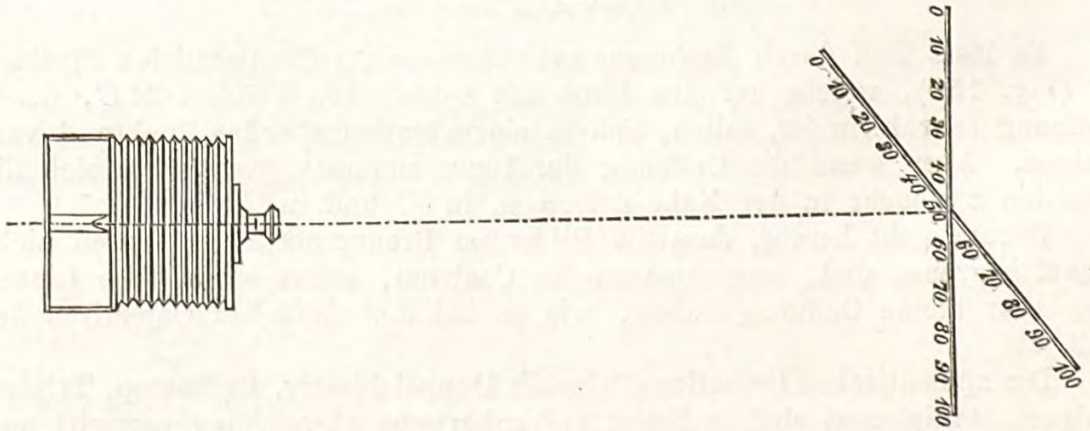


Fig. 152. Objectiv-Prüfung.

Es werden zwei Scalen aufgestellt, die eine senkrecht zur Visirlinie, die andere unter 45° gegen diese, so dass die Visirlinie des Apparates die Stelle trifft, an welcher sich die beiden Scalen kreuzen (Fig. 152). Beide Scalen haben Vertical- und Horizontal-Linien. Man stellt eine Camera in einer Distanz von nicht unter 5 Brennweiten des zu prüfenden Objectives

9) Phot. Wochenblatt. 1881. S. 251.

auf und indem man nun ein mattes Glas in die Cassette einlegt, stellt man unter Anwendung der grösseren Blende (Blindblende) des Objectives in der Art ein, dass der Kreuzungspunkt der Scalen (auf jeder 50) möglichst scharf eingestellt ist und dass zugleich auf der unter 45° geneigten Scala eine gleiche Anzahl der Theilstriche vor und hinter 50 noch ziemlich deutlich erscheinen, oder vielmehr, dass die Deutlichkeit nach beiden Seiten gleichmässig abnimmt; ist in dieser Art optisch streng eingestellt, so wird an Stelle des matten Glases die präparirte Platte eingelegt[10]) und exponirt. Kömmt von der schrägen Scala dieselbe Nummer am deutlichsten, die optisch am schärfsten eingestellt war, so ist kein chemischer Focus vorhanden; kömmt eine Nummer, die näher als 50 ist, am deutlichsten, so ist die Brennweite der chemisch wirksamen Strahlen kürzer, als die der optischen (Farbenfehler nicht compensirt) und im entgegengesetzten Falle übercompensirt.

Nun legt man eine zweite präparirte Platte ein und exponirt wieder, nachdem man an der ganzen Aufstellung nichts geändert hat, als dass beim Objective an die Stelle der Blindblende eine solche von circa $^1/_3$ Durchmesser derselben eingeschoben wird. Kömmt jetzt dieselbe Nummer der schrägen Scala am deutlichsten, die beim Photographiren mit der Blindblende am deutlichsten gewesen war, so ist kein Kugelgestaltfehler vorhanden. Kömmt mit der kleineren Blende eine entfernter liegende Nummer als deutlichste, als die mit der Blindblende am schärfsten war, so ist die Brennweite der Mitte des Objectives länger und der Kugelgestaltfehler ist nicht compensirt und im entgegengesetzten Falle übercompensirt.

Es ist günstiger, wenn Kugelgestalt und Farbenfehler etwas übercompensirt sind, als wenn sie nicht compensirt sind.

Es soll also die Nummer, welche beim Photographiren mit der Blindblende am deutlichsten kömmt, eher etwas weiter entfernt sein, als diejenige, welche mit derselben Blende optisch möglichst scharf eingestellt war; und es soll beim Photographiren mit der kleinen Blende eine Nummer möglichst deutlich kommen, die etwas näher liegt als jene, die am deutlichsten kam, als mit der Blindblende photographirt wurde.

Sind Kugelgestalt und Farbenfehler genügend gehoben, so müssen bei dem Bilde der senkrecht auf die Visirlinie gelegten Scala wenigstens die Verticallinien gegen den Rand hin deutlich bleiben; ist dies nicht der Fall und das optische Bild zeigt nicht gegen den Rand hin viel stärker werdende farbige Säume der verticalen Linien, so ist das Bild nicht eben, zeigt aber das optische Bild diese Farbensäume an den Verticallinien, so haben die Bilder der verschiedenfarbigen Strahlen ungleiche Grösse und das Objectiv für die verschiedenfarbigen Strahlen verschiedene Brennweiten.

Was die Deutlichkeit des Bildes in der Mitte anbelangt, so ist aufmerksam zu machen, dass, wenn auch der Kugelgestaltfehler gehoben ist, die Deutlichkeit noch keine absolute wird, da noch Zwischenfehler vorhanden sind. Sind Strahlen, die von einem abzubildenden Punkte ausgehen und von denen einer den Rand, der andere nahe an die Mitte des Objectives trifft, auch genau vereinigt, so wird ein dritter Strahl, der z. B. in $^2/_3$ des Abstandes von der Achse gegen den Rand hin das Objectiv trifft, nicht mehr vereinigt sein, sondern früher die Achse schneiden. Ausser diesem Fehler ist noch ein zweiter vorhanden; ist der Kugelgestaltfehler für die

10) Es ist wichtig zu untersuchen, ob die matte und präparirte Platte eben sind.

violetten Strahlen streng gehoben, so ist dies für die anderen Farben nicht mehr der Fall; für ultraviolette Strahlen wird die Brennweite des Randes länger, die der Achse kürzer; bei blauen tritt der umgekehrte Fall ein: die Strahlen des Randes haben eine kürzere, die nahe der Achse eine längere Vereinigung als die violetten. Da nun alle diese Strahlen gleichzeitig wirken, so ist es klar, dass sie sich nirgends zu einem Punkte vereinigen, sondern nur an einer Stelle ein kleinstes Scheibchen bilden; an diese Stelle legt man die Ebene der deutlichen Einstellung und diese soll dieselbe sein für die verschiedenfarbigen Strahlen, wenn der chemische Focus behoben ist.

Gibt man einem Objective im Verhältniss zur Brennweite eine grosse Oeffnung, so werden auch diese Zwischenfehler gross sein und wenn man auch durch Anwendung engerer Blendungen den Durchmesser des Scheibchens, das ein Punkt sein sollte, kleiner bekömmt, als mit der grossen Blende, so bekömmt man es doch nicht so klein, als man es bekommen könnte, wenn die Strahlen für die kleine Blendungsöffnung möglichst richtig gelegt worden wären.

Hieraus folgt, dass für jene Fälle, welche die grösste Schärfe der Bilder erfordern (Reproductionen von Stichen in Strichmanier) mit Vortheil nur solche Objective verwendet werden können, bei denen der Kugelgestaltfehler und der chemische Focus für kleine Blendungsöffnung behoben sind und welche deshalb auch grössere Helligkeit nicht mehr ertragen.

Die Grösse der Oeffnung, die man einem Objective geben darf, ist bedingt durch die Zwischenfehler; denn wenn die Zwischenfehler zu gross werden, ist kein Theil des Bildes mehr deutlich; nun verhalten sich aber in Bezug auf die Zwischenfehler die verschiedenen Formen der Linsen sehr ungleich; je stärker gekrümmt die Linsen sind, um so schneller wachsen die Zwischenfehler, je flacher sie sind, desto grössere Oeffnung kann man benützen, bis die gestattete Grenze der Undeutlichkeit überschritten wird.

Die Aenderung in der Form der Linsensysteme bewirkt nicht nur eine Aenderung der Krümmung des Bildes in seiner Ausdehnung, sondern auch in seiner Deutlichkeit gegen den Rand; denn je flacher die Linsen werden (damit sie grosse Helligkeit bei kleinen Zwischenfehlern geben), um so schneller wird das Bild in der Einstellebene gegen den Rand hin schlecht

Das Bild kann aus verschiedenen Ursachen gegen den Rand hin schlechter werden, entweder deshalb, weil es gebogen ist, so dass, wenn das Bild in der Mitte des Gesichtsfeldes deutlich eingestellt ist, man mit der matten Platte sich dem Objective nähern muss, um von einem ebenen Objecte Theile des Bildes deutlich zu bekommen, die gegen den Rand hin liegen; in diesem Falle gibt das Objectiv ein erhabenes Bild (vom Standpunkte dessen aus, der das Bild auf der matten Tafel betrachtet).

Das Bild wird deshalb gegen den Rand hin undeutlich, weil es astigmatisch ist. Betrachtet man auf der matten Platte einer Camera eine, wie oben (S. 284) angegeben, senkrecht zur Visirlinie aufgestellte Scala, welche horizontale und verticale Linien hat, und zwar eine Stelle, die ziemlich weit von der Mitte des Gesichtsfeldes nach rechts oder links gegen den Rand hin trifft, so lässt sich leicht constatiren, dass die verticalen und horizontalen Linien nicht in derselben Ebene deutlich sind, sondern dass man mit der matten Platte näher gegen das Objectiv rücken muss, um die Horizontallinien möglichst deutlich zu bekommen, wenn vorher die verticalen deutlich eingestellt waren.

Zwischen jener Stellung, in welcher die Verticallinien möglichst scharf sind, und derjenigen, welche die horizontalen thunlichst deutlich erscheinen lässt, ist auch eine Einstellung, bei welcher beide Richtungen gleich, wenn auch nicht mehr recht deutlich erscheinen. Je weiter die Einstellebenen, die je eine Richtung deutlich erscheinen lassen, von einander entfernt liegen, um so weniger deutlich erscheinen die Linien in derjenigen Ebene, bei welcher beide Richtungen gleichmässig berücksichtigt sind. Diese Erscheinung heisst das „Kreuzen“ oder der Astigmatismus der Linsen und ist derjenige Fehler, welchen zu beseitigen die grösste Schwierigkeit bietet und dessen Verkleinerung bei sonst gleichen Verhältnissen die wesentlichste Verbesserung einer Construction ist.

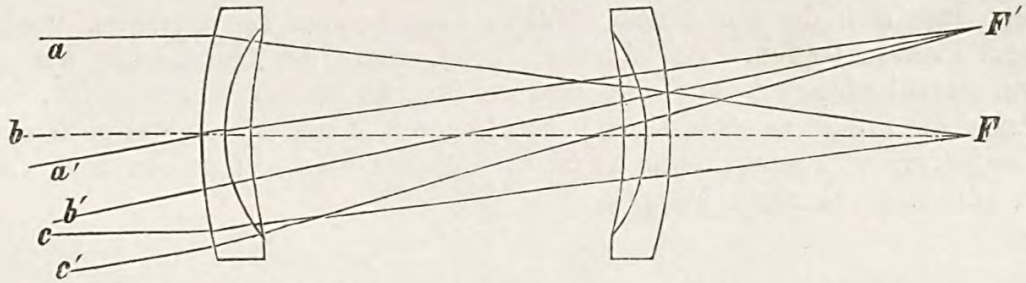


Fig. 153. Stellung der Linse.

Davon, wie rasch die Unschärfe gegen den Rand hin wächst, hängt es ab, ob bei einem Objective ein grosser Gesichtsfeldwinkel benützt werden kann, da eine grosse Undeutlichkeit gegen den Rand unstatthaft ist. Dieser Fehler bedingt die Grösse des brauchbaren Gesichtsfeldes; wogegen die Grösse des Gesichtsfeldes, die ein Objectiv überhaupt gestattet, vom Verhältnisse des Abstandes der Linsen (oder der beiden äussersten Flächen der-

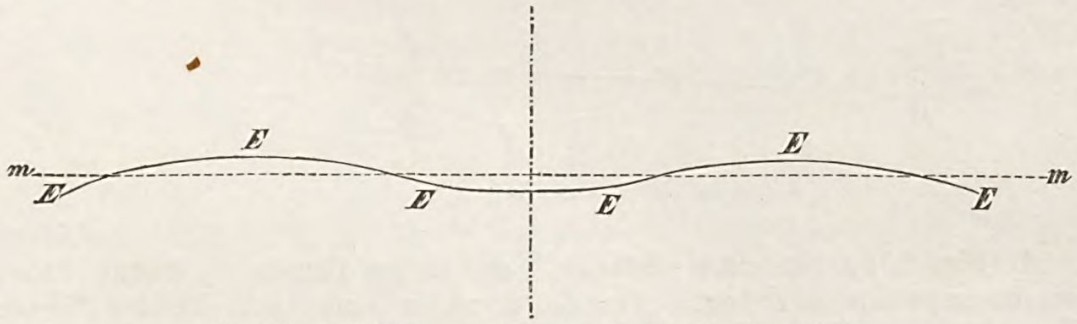


Fig. 154. Ausgleichung der Linse zwischen Rand und Mitte.

selben) zu ihrer Grösse bedingt ist; und es ist leicht einzusehen (Fig. 153), dass ganz nahe beisammen stehende Linsen noch viel schräger einfallende Lichtbüschel durchlassen, als gleich grosse, weiter auseinander stehende. Ebenso, dass bei weit auseinander stehenden Linsen die Büschel, welche unter bedeutender Neigung durchgelassen werden, schneller klein werden, als derjenige, der parallel zur Achse durchgeht; mit anderen Worten: dass bei weit auseinander stehenden Linsen das Bild gegen den Rand rasch an Helligkeit abnimmt. Der Gesichtsfeldwinkel, den ein Objectiv durchlässt, bedingt bei gegebener Brennweite die Plattengrösse, die es bedeckt. Bei allen Constructionen, auch den besten, wachsen die Fehler gegen

den Rand rascher, als der Durchmesser des Bildes; nur deshalb erhält man mit grösseren Objectiven grössere deutliche Bilder. Verlangt man möglichst scharfe Bilder, wie bei manchen Reproductionen, so muss das Bild ganz eben gelegt sein und kann nur so weit benützt werden, als es der Astigmatismus der Linsen gestattet; für andere Zwecke, wo es sich um möglichst grosses Gesichtsfeld handelt, kann man das Bild so legen, dass es mit Benützung seiner Tiefe zwischen Mitte und Rand ausgeglichen wird (dies z. B. beim Weitwinkel-Landschaftsaplanat, *mm* Ebene des matten Glases, *EEE* Bildfläche) (siehe Figur 154).

Die von einem Punkte ausgehenden Strahlen zeichnet das Objectiv auf der matten Scheibe nicht sowohl als Punkte, denn als Scheibchen, die aber klein genug sein müssen, um dem Auge als Punkte zu erscheinen. Daraus folgt aber, dass es überhaupt gar nicht nöthig ist, ein Objectiv so zu construiren, dass sich die von einem Punkte, ausgehenden Lichtstrahlen wieder in einem Punkte treffen. Es ist ausreichend, wenn der Querschnitt des gebildeten Strahlenbüschels auf eine längere Strecke hin klein genug ist, um dem Auge als Punkt zu erscheinen. Man kann 0,4 mm als zulässige Grenze der Unschärfe betrachten, eine Grenze, bei der man auf 1 mm noch drei Linien getrennt erkennen kann[11]).

VI. Die Tiefe.

Wenn das Bild verschieden weit entfernter Gegenstände auf der Visirscheibe für's Auge noch deutlich erscheint, so nennt man das dessen Tiefe. Je näher und entfernter (in der Richtung der Visirlinie) vom streng eingestellten Gegenstande befindliche Objecte noch genügend scharf erscheinen, um so grösser ist die Tiefe.

Fig. 155 zeigt, wie bei Strahlen, welche in einen sehr kleinen Winkel einfallen, die Tiefe des Bildes zu Stande kommt.

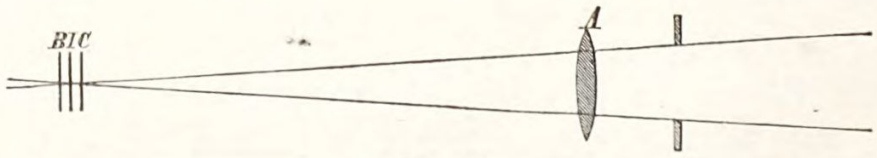


Fig. 155.

A (Fig. 155) ist eine einfache, mit einer Blende versehene Linse, deren Brennpunkt in *I* liegt. Da die Strahlen einen sehr kleinen Winkel bilden, ist das Bild noch scharf in *C* oder in *B*, und dies nennt man Tiefe des Focus.

Die Tiefe eines Bildes wird unter sonst gleichen Verhältnissen um sovielmal grösser, als der Durchmesser der wirksamen Oeffnung kleiner wird. Deshalb arbeiten die Objective bedeutend tiefer, je kleiner die angewendete Blende ist. (Vergl. oben S. 274.)

Die Tiefe variirt mit der Entfernung des Gegenstandes von der Linse. Je näher derselbe ist, desto weniger tief arbeitet die Linse. Die Tiefe der Instrumente erweist sich daher bei der Aufnahme ferner Gegenstände relativ

11) Steinheil, Phot. Wochenblatt. 1881. S. 251.

grösser, als bei der Aufnahme näher gelegener Objecte. Es nimmt mit der Abnahme der Verkleinerung oder Zunahme der Vergrösserung des Bildes gegen sein Object (unter sonst gleichen Verhältnissen) die Tiefe quadratisch ab. Hierin liegt die Ursache, dass es nie gelingen kann, lebensgrosse Porträte durch directe Aufnahme ebenso gut zu erhalten, als durch Vergrösserung einer kleinen Originalaufnahme. Wird eine Person in $^1/_{20}$ natürlicher Grösse aufgenommen, so erhält das Bild eine 400 mal grössere Tiefe, als wenn es direct in natürlicher Grösse aufgenommen worden wäre. (Vergl. S. 311.)

Die Focustiefe ist nicht nur von grossem Werth bei landschaftlichen Aufnahmen wegen gleichmässiger scharfer Darstellung des Vorder- und Hintergrundes (vergl. S. 312 und Fig. 153), sondern auch bei den Cabinet- oder Promenade-Porträten.

VII. Der Gesichtsfeldwinkel.

Die Linsen gestatten je nach ihrer Construction, dass auf der Visirscheibe der Camera obscura eine kreisrunde ziemlich scharf begrenzte grössere oder kleinere Fläche mit den Bildern entfernter Gegenstände bedeckt werde. Der Durchmesser dieser Kreisfläche ist unabhängig von der Blendengrösse. Den Winkel, unter welchem dieses Bild vom optischen Mittelpunkt des Objectives aus gesehen erscheint, nennt man den Gesichtsfeldwinkel oder den Gesichtswinkel, oder schlechtweg das Gesichtsfeld.

Von dem runden Bilde erscheint nur ein Theil scharf, nämlich der mittlere, und die Schärfe verbreitert sich um so weiter nach dem Rande, je kleiner die Blenden genommen werden. Demzufolge unterscheidet man das bei einer bestimmten Blendengrösse brauchbare Bildfeld von dem Gesichtsfeld, welches letztere immer grösser als das erstere ist (H. W. Vogel).

Den Gesichtsfeldwinkel findet man durch Construction, indem man den Durchmesser des Bildfeldes auf ein Blatt Papier aufträgt, in dessen Mitte als senkrechte Linie die Brennweite aufträgt und nun die Endpunkte der Linien verbindet. Der Winkel am Endpunkt der senkrechten Linie ist der Gesichtsfeldwinkel.

Mit anderen Worten, man stelle die äquivalente Brennweite des Objectives fest und messe die grösste Breite des Bildes auf der matten Scheibe (oder auch des hellen Lichtkreises). Letztere übertrage man auf eine gerade Linie auf einem Blatt Papier, halbire sie und errichte auf ihrer Mitte eine senkrechte Linie von gleicher Länge wie die Brennweite des Objectives. Die Enden der senkrechten und der Grundlinie verbinde man durch gerade Linien; dadurch entsteht ein Dreieck. Durch Anlegen des Transporteurs an den Scheitel desselben findet man sofort den Bildwinkel.

Steinheil verfährt in folgender Weise: Er stellt mit dem Apparate auf sehr entfernte Objecte ein (ein Abstand von 100 Brennweiten kann schon als sehr entfernt betrachtet werden) und misst, indem man nach einander die verschiedenen Blendungen einsetzt, den Durchmesser des Bildes, der mit jedem derselben noch deutlich erscheint. Diese Zahlen, welche den Durchmesser des deutlichen Bildes ausdrücken, dividirt durch die Brennweite; mit der hierdurch erhaltenen Zahl entnimmt man aus nachstehender Tafel den Gesichtsfeldwinkel:

Rubr. I.	Rubr. II.	Rubr. I.	Rubr. II	Rubr. I.	Rubr. II.
Bilddurchm. durch Brennweite.	Gesichtsfeld-winkel Grade.	Bilddurchm. durch Brennweite.	Gesichtsfeld-winkel Grade	Bilddurchm. durch Brennweite.	Gesichtsfeld-winkel Grade.
0,018	1	0,631	35	1,37	69
0,035	2	0,650	36	1,40	70
0,053	3	0,670	37	1,43	71
0,070	4	0,689	38	1,45	72
0,088	5	0,709	39	1,48	73
0,105	6	0,728	40	1,51	74
0,123	7	0,748	41	1,53	75
0,140	8	0,768	42	1,56	76
0,158	9	0,788	43	1,59	77
0,175	10	0,808	44	1,62	78
0,193	11	0,828	45	1,65	79
0,210	12	0,849	46	1,68	80
0,228	13	0,870	47	1,71	81
0,245	14	0,891	48	1,74	82
0,263	15	0,912	49	1,77	83
0,281	16	0,933	50	1,80	84
0,299	17	0,955	51	1,83	85
0,317	18	0,976	52	1,87	86
0,335	19	0,998	53	1,90	87
0,353	20	1,02	54	1,93	88
0,371	21	1,04	55	1,97	89
0,389	22	1,06	56	2,00	90
0,407	23	1,08	57	2,04	91
0,425	24	1,11	58	2,07	92
0,443	25	1,13	59	2,11	93
0,462	26	1,16	60	2,15	94
0,480	27	1,18	61	2,18	95
0,499	28	1,20	62	2,22	96
0,517	29	1,23	63	2,26	97
0,536	30	1,25	64	2,30	98
0,555	31	1,27	65	2,34	99
0,574	32	1,30	66	2,38	100
0,593	33	1,32	67	2,43	101
0,612	34	1,35	68	2,47	102

Es ergibt z. B. ein Apparat von 20 cm Brennweite mit der grössten Blende ein deutliches Bild von 12 cm Durchmesser. 12 dividirt durch 20 gibt 0,60; geht man nun in beiliegender Tabelle in Rubrik I (Bilddurchmesser durch Brennweite) bis zur Zahl 0,60 (oder zur nächsten Zahl 0,593), so findet man auf derselben Horizontallinie in Rubrik II (Gesichtsfeldwinkel) 33 Grade.

Die Tafel ist auch bequem zu brauchen, wenn man von einem Apparate die Brennweite und den Gesichtsfeldwinkel kennt, um die Bildgrösse zu finden, die er gibt. Zu diesem Zweck suche man in Rubrik II den gegebenen Gesichtsfeldwinkel und lese auf der gleichen Horizontallinie die Zahl in Rubrik I ab; diese abgelesene Zahl mit der Brennweite multiplicirt gibt die Bildgrösse.

Z. B. es gibt ein Apparat mit seiner kleinsten Blende 65° deutlich; dabei sei seine Brennweite 14 cm. Geht man in Rubrik II bis 65°, so findet sich auf derselben Horizontallinie in Rubrik I die Zahl 1,27; es wird somit die Bildgrösse gleich $1{,}27 \times 14 = 17{,}8$ cm.

Im Jahre 1851 war es noch eine nur von selten guten Linsen zu erfüllende Anforderung, dass der Gesichtsfeldwinkel 60° betrug und man war schon mit einem Winkel von 45° sehr zufrieden[12]). Heutzutage geben sehr viele Doppel-Objective (Aplanat, Euryscop, Rectilinear etc.) einen Winkel von 60° und darüber und die Dallmeyer'sche einfache Linse gibt sogar einen ebenso grossen Gesichtsfeldwinkel. Die Weitwinkel-Aplanate, -Rectilineare, das Pantoscop etc. umfassen einen Winkel von 100° und darüber und geben dabei ein vollkommen correctes Bild (s. Capitel X).

Die Weitwinkelapparate von 60° und mehr Gesichtsfeldwinkel geben nicht selten schon eine übertriebene Perspective, indem der Vordergrund unverhältnissmässig gross im Vergleich mit dem Hintergrund erscheint.

Zur Beantwortung der Frage, welchen Gesichtsfeldwinkel ein Bild haben darf, damit es wahr erscheint, ist Folgendes zu erwägen:

Das menschliche Auge ist ein kleiner photographischer Apparat, indem die von den Gegenständen ausgehenden Strahlen beim Eintritt in's Auge durch dessen Linse gebrochen werden und auf der Netzhaut ein vollkommenes Bild erzeugen; aus diesem Bilde können wir uns eine Vorstellung von den Verhältnissen, der Helligkeit etc. machen. Die Winkelausdehnung des auf der Netzhaut entstehenden Bildes überschreitet 60 Grad nicht, vorausgesetzt, dass Auge und Kopf nicht bewegt wird. (Beide Augen zusammen überschauen allerdings nach Helmholtz einen horizontalen Bogen von 180°, wenn ihre Achsen parallel in die Ferne gerichtet sind.) Daher sollte eine Photographie, wenn man sie aus der normalen Entfernung von 12 bis 15 Zoll sieht, dieselben Verhältnisse aufweisen. Die Entfernung, aus der man ein Bild sieht, ist aber meistens gleich der grössten Länge des Bildes, was einem Winkel von 50 bis 60 Grad entspricht.

Verzerrung dieser Art ist kein Fehler der Linse, denn sobald man die Bilder aus derjenigen Entfernung besieht, die der Brennweite des Objectives gleichkommt, wird man keine Verzerrung mehr wahrnehmen.

Aus Obigem geht hervor, dass das eigentlich statthafte Feld für Weitwinkellinsen nur die Landschafts-Photographie ist (Aufnahme von Panoramen etc.). Für Architectur etc. darf man Weitwinkellinsen nur im Nothfalle anwenden, d. h. wenn man der geringen Entfernung wegen mit Linsen von längerer Brennweite nicht ankommen kann (Dallmeyer).

VIII. Plattengrösse, welche ein Objectiv mit deutlichem Bilde deckt.

Die Plattengrösse wird bedingt und begrenzt durch den Gesichtsfeldwinkel und die Abnahme der Deutlichkeit der Bilder. Beim Einstellen auf entfernte Gegenstände erhält man eine grössere scharfe Bildfläche, als bei nahen Gegenständen; im letzteren Falle kann man entweder nur einen kleineren Theil des Gesichtsfeldwinkels benützen oder durch Anwendung engerer Blendungen die Deutlichkeit erhöhen[13]).

12) The Daguerreian Journ. 1851. Bd. 2, S. 205.

13) Aus demselben Grunde, weil mit dem Massstabe (der Brennweite) eines Objectives alle Fehler wachsen, muss dieselbe Construction, wenn sie mit verschieden grossen Blenden ausgeführt wird, bei den grösseren Brennweiten kleinere Gesichtsfeldwinkel und kleinere Helligkeit erhalten, wenn gleiche Deutlichkeit verlangt wird.

Die scharfe Bildfläche stellt sich als Kreis dar, in welchem das viereckige Bild (resp. die photographische Platte) eingezeichnet werden kann.

Alle Platten, welche der Photograph anwendet, sind rechteckig, wie etwa in beistehender Fig. 156 das Viereck, dessen Ecken mit $ABDE$ bezeichnet sind, nur dass das Verhältniss der Seiten AB und AE zu einander nicht immer dasselbe ist[14]).

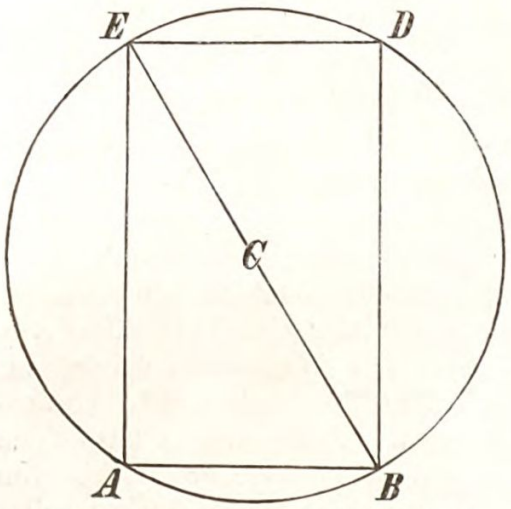


Fig. 156. Bestimmung der Plattengrösse.

In jedem Rechteck kann man sich zwischen den gegenüberstehenden Endpunkten, wie hier zwischen B und E Linien (Diagonalen) schräg hindurchgezogen denken. Sucht man den Mittelpunkt C dieser Diagonale, so kann man einen Kreis um C herumziehen, welcher durch alle vier Endpunkte des Rechteckes $ABDE$ hindurch geht.

Solcher Rechtecke verschiedenen Plattengrössen entsprechend, deren Endpunkte gerade im Kreisumfange liegen, lassen sich aber in einen bestimmten Kreis unendlich viel verschiedene zeichnen.

Nehmen wir an, der Kreis in der Figur wäre der Beleuchtungskreis auf der matten Platte und das Rechteck $ABDE$ wäre eine Platte, welche gerade in diesen Kreis hineinpasste. Dann lässt sich, wenn die Seiten AB und AE der Platte gemessen sind, leicht berechnen, wie gross der Durchmesser BE des für diese Platte nöthigen Beleuchtungskreises sein müsse; aber auch umgekehrt lässt sich, wenn der Durchmesser BE gemessen worden und eine Seite der Platte etwa AB zu irgend einem Betrage angenommen ist, leicht durch Rechnung finden, wie gross dann die andere Seite AE sein müsse, damit die Platte gerade den Kreis erfüllen kann.

IX. Die chromatische Abweichung.

Ein monochromatisches Licht, welches nicht aus mehreren farbigen Lichtstrahlen zusammengesetzt ist, würde alle Strahlen nach dem Durchgang durch eine Sammellinse BC (Fig. 157) in einem einzigen Punkte A vereinigen, falls die Strahlen zz parallel einfallen.

Aber von den drei Arten von Strahlen, welche man anzunehmen pflegt, den chemischen, leuchtenden und Wärme gebenden, bildet nur eine Art ihren Brennpunkt in G (Fig. 158), nämlich die leuchtenden Strahlen. Die Wärmestrahlen haben ihren Brennpunkt weiter von der Linse entfernt in R, und die chemischen Strahlen der Linse näher in V.

Wollte man gewöhnliche Linsen für optische Instrumente verwenden, so würde man fast von keinem Gegenstande ein scharfes Bild ohne Farbenränder erhalten; denn da mit wenigen Ausnahmen alle Objecte der Natur zugleich Licht von verschiedener Farbe ausstrahlen, so würde für jede Farbe ein anderer Focus vorhanden sein und es wäre unmöglich, alle zugleich scharf einzustellen.

14) Phot. Archiv. 1866. S. 71.

Für rein optische Instrumente nun kommt in Betracht, dass Roth, Orange, Gelb und Grün den dem Auge bei weitem am hellsten erscheinenden Theil des Spectrums bilden, während Blau und besonders Violett mehr schattenartig erscheint. Bei diesen Instrumenten sucht man diese hellsten Lichtstrahlen zu möglichst vollständigem Zusammenfallen zu bringen und vernachlässigt die blauen und violetten, weshalb denn auch selbst gute Fernrohre schwach blaue Ränder zeigen. Wenn man nun aber ein solches Instrument zum Photographiren benutzen will, so liegt die Sache anders, weil gerade die blauen und violetten Strahlen photographisch wirksam sind. Man müsste daher, wenn man mit solchen Linsen, bei welchen der „optische und chemische Focus" auseinander liegen („Focusdifferenz" zeigen) die Visirscheibe wieder um ein gewisses erfahrungsmässig festzustellendes Stück dem Objectiv nähern und so zwar scheinbar das Bild unscharf machen, in Wirklichkeit aber nur den Focus der blauen und violetten Strahlen einstellen.

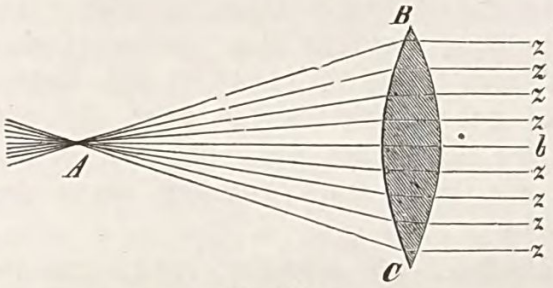


Fig. 157.
Vereinigungspunkt monochromatischer Strahlen.

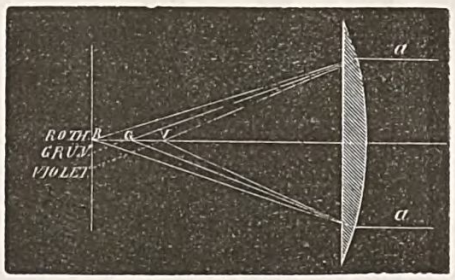


Fig. 158.
Farbenzerstreuung.

Da nun diese Methode der Einstellung (s. S. 296) höchst unbequem ist, so berechnet man die Linsen derartig, dass die gelben (d. i. die optisch hellsten) und die violetten (d. i. die photographisch wirksamsten) Strahlen zusammenfallen und erhält so Objective „ohne chemischen Focus". Bei diesen Objectiven ist das optische Bild nicht so scharf, wie bei den optisch corrigirten; es kann aber vorkommen, dass das photographische Bild schärfer ist, als das optische. Freilich ist bei schlechten Instrumenten auch das Gegentheil nicht selten der Fall[15]).

Dass chemischer Focus vorhanden ist, während ein Objectiv optisch achromatisch erscheint, rührt nur daher, dass die Spectra der beiden zum Achromatisiren verwendeten Glassorten nicht proportional sind (vergl. S. 297); d. h. während ein Theil der Spectra sich deckt, kommen die anderen Theile nicht zur Deckung. Z. B. bei Crown- und Flintglas, aus welchem ein Objectiv construirt ist, soll im Gelb und Grün (von den Linien *D* bis *E*) bei gleichem Prismenwinkel das Spectrum des Flint 2,00 mal so gross sein, als dasjenige des Crown. Vergleicht man nun den rothen Theil der Spectra, so wird er beim Flint nicht 2,00 sondern etwa 1,89 mal so gross sein, als beim Crown. Der violette dagegen von *F* bis *H* ist vielleicht 2,31 mal so gross als derselbe Theil im Crownglas-Spectrum. Diese Erscheinung heisst das secundäre Spectrum und ist sehr verschieden bei verschiedenen Glassorten. Deshalb ist bei dem Wählen der Glassorten für Objectiv-Constructionen hierauf Rücksicht zu nehmen.

15) Stolze, Phot. Wochenbl. 1882. S. 55.

Die Aufhebung der chromatischen Abweichung geschieht meistens durch eine passende Vereinigung von Flint- und Crownglas.

Die Figuren 159 und 160 zeigen, wie durch Verbindung von Flint- und Crown-Glas die Linsen achromatisch gemacht werden.

Zur Achromatisirung von Quarzlinsen, welche (wie oben S. 41, 1. Heft erwähnt) zu Instrumenten dienen, bei denen das Ultraviolett möglichst wenig absorbirt werden soll, kann Kalkspath oder Flussspath dienen. Stone[16]) schlug für ein achromatisches Spectroscop die Objective aus einer positiven Linse von Quarz und einer negativen von Kalkspath vor und Cornu[17]) empfahl eine Combination von Flussspath und Bergkrystall.

Bei nicht achromatischen Linsen liegt der Vereinigungspunkt der violetten Strahlen, also der chemische Brennpunkt, gewöhnlich dem Objective näher als der optische, welche Differenz aber mit der Entfernung des Objectes vom Apparate abnimmt.

Fig. 159.

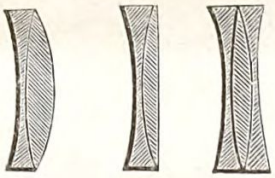


Fig. 160.
Achromatisirte Linsen.

Ueber die Differenz zwischen dem Brennpunkt der optischen und chemischen Strahlen, schrieb schon 1839 Townson[18]). Ausführlicher befasste sich Claudet (1844) und Cundell (1844[19]) mit diesem Gegenstande und gaben eine Tabelle über die verschiedene Lage des chemischen und optischen Brennpunktes oder, wie man auch kurzweg sagt, des „chemischen Focus".

Claudet machte, wie erwähnt, 1844 auf die Verschiedenheit der Lage des optischen und photographischen Brennpunktes — foyer optique und foyer photogenique oder chimique — aufmerksam und kam 1849 und 1850 auf den Gegenstand zurück; er bemerkte, es sei durch die Construction (Aenderung der Krümmungsverhältnisse) der Linsen nicht möglich, dies Zusammenfallen beider völlig zu bewirken, da für verschiedene photographische Präparate die wirksamsten Strahlen im Spectrum sehr weit auseinanderliegen können. Z. B. habe ein Objectiv für gelb jodirte Silberplatten (Daguerreotypplatten) eine andere beste Brennweite, wie etwa für Bromsilberpapier, während das Auge in beiden Fällen das schärfste Bild in derselben Entfernung vom Objectiv erhält. Das einfachste Mittel bleibe bis jetzt, zu ermitteln, wie viel man für ein bestimmtes Präparat die optische Brennweite des Objectives zu corrigiren habe[20]). Auch Zantedeschi und Borlinetto fanden 1856 dasselbe und gaben an, dass die relative Lage des „chemischen Brennpunktes" und des „optischen" in verschiedenen Stunden des Tages wechsle. Sie wollten auch die Wärmestrahlen von den chemischen Strahlen trennen[21]), welches letztere aber ziemlich belanglos ist.

16) Chemical News. Bd. 41, S. 91. Jahrber. f. Chemie. 1880. S. 195.
17) Brit. Jorn. of Photogr. 1882. S. 54. Phot. Wochenbl. 1882. S. 54.
18) Philos. Magaz. Bd. 15. S. 381. Centralbl. 1840. S. 193.
19) Philos. Magaz. Bd. 25, S. 24; Bd. 25, S. 173. Dingler's Journ. Bd. 92, S. 371.
20) Comptes rendus. Bd. 18, S. 954; Bd. 32, S. 130. Philos. Magaz. (4.) I, S. 478. Dingler, Polytechn. Journal. Bd. 122, S. 223.
21) Sitzungsberichte der Wiener Acad. der Wissensch. Bd. 21, S. 521. Horn's Phot. Journ. Bd. 7, S. 75.

Lerebours und Secretan haben 1849 gefunden[22]), dass ein Objectiv, welches beim Daguerreotyp-Verfahren keinen chemischen Focus zeigte, eine leichte Differenz für das nasse Verfahren ergab. Nach Angabe derselben haben die Objective, welche keine Focusdifferenz bei der Daguerre'schen Platte zeigen, auch keine beim trocknen Papier; dasselbe Papier gibt aber, wenn es nass gemacht wird, eine wenn auch kleine Differenz. Ein gelb und blau corrigirtes Objectiv wird keinen chemischen Focus für diejenigen Substanzen zeigen, deren Hauptwirkung im Blauen liegt, z. B. für die jodirte und bromirte Platte. Aber beim feuchten Jodsilber, dessen grösste Empfindlichkeit in den brechbarsten Strahlen liegt, wird es sich anders verhalten. Ein Objectiv, welches demnach ohne chemischen Focus beim nassen Collodiumverfahren ist, wird einen leichten chemischen Focus für das trockene Collodion- oder Gelatineverfahren zeigen. Für nasse Jodsilberplatten sollten die Brennweiten der Linsen für Gelb und Violett, dagegen für Bromsilbergelatineplatten für Gelb und Hellblau zusammenfallen. Die Differenz wird zwar wenig merkbar sein, aber wenn das Objectiv einen sehr langen Focus hat, wird man sich leicht davon überzeugen können.

Kurz, es wird ein gewöhnliches achromatisches Objectiv nicht in der Weise corrigirt werden können, dass es für alle leichtempfindlichen Substanzen ohne chemischen Focus ist.

Eine ganz strenge chromatische Correction einer Linse ist unmöglich, und zwar aus verschiedenen Gründen. Erstens hat das Maximum der Lichtstärke nicht immer genau dieselbe Lage im Spectrum, sondern ändert sich etwas mit der Färbung des Lichtes. Z. B. liegt im directen Sonnenlicht Mittags die grösste Helligkeit in der Nähe von E; gegen Abend oder bei den künstlichen Lichtquellen rückt sie mehr gegen D hin. Das Maximum der grössten photochemischen Empfindlichkeit hat noch weniger eine constante Lage. Oben (S. 294) wurde schon Zantedeschi's und Borlinetto's Beobachtungen erwähnt.[23]). Nach Smyth ist eine Linse zu Mittag ganz achromatisch, dagegen gegen Abend nicht mehr.

Der Unterschied zwischen der optischen und chemischen Brennweite hängt aber ausser von den genannten Umständen, nämlich 1) der verschiedenen Empfindlichkeit der Silbersalze, 2) der Art der Linse und 3) dem Zustande der Atmosphäre, auch noch 4) von der Vergrösserung oder der Distanz des Gegenstandes von der Linse ab.

Wäre die Differenz zwischen optischer und chemischer Brennweite für alle Entfernungen des Objectes von der Linse dieselbe, so wäre die Correctur leicht. Dies ist aber nicht der Fall, sondern die Differenz ändert sich mit der Entfernung und wächst mit der Annäherung des Gegenstandes an die Linse.

Die nöthige Verschiebung der Visirscheibe für die Einstellung des chemischen Brennpunktes anstatt des optischen kann empirisch geschehen. Man bestimmt einige der Distanzen, um welche man die matte Scheibe verschieben muss, durch mehrere photographische Aufnahmen und legt sich für die verschiedenen Entfernungen des Gegenstandes eine eigene Tabelle an.

22) Lerebours und Secretan: „Recherches sur la théorie des principaux phénomènes de photographie" 1850; „Nouvelles recherches sur la différence entre les foyers visuel et photogénique". Beiden Publicationen lagen Vorträge Claudet's zu Grunde. (Kreutzer's Jahrber. f. Photogr. 1857. S. 437.)

23) A. a. O.

Eine andere Methode besteht darin, die Correction aus einer vorher für die Brechungsverhältnisse der Glassorte berechnete, nachstehend mitgetheilte, Tabelle zu entnehmen[24]). Die erste Columne A gibt an, um wie viel Brennweiten der Gegenstand von der optischen Hauptbrennweite entfernt ist. Die zweite B gibt die Correction bezogen auf die Brennweite des Objectives als Einheit. Man erhält die wirkliche Correction (d. i. Verschiebung der Visirscheibe nach dem Einstellen auf das optische Bild), wenn man den Werth von B mit der optischen Hauptbrennweite der Linse multiplicirt.

Correctionstabelle.

A.	B.	A.	B.
Unendlich	0,020	4	0,035
50	0,021	3	0,045
20	0,022	2,5	0,055
10	0,025	2	0,078
7	0,027	1,5	0,173
5	0,031	1,25	0,463

In obiger Tabelle ist die Correction für unendlich weit entfernte Gegenstände zu 0,02 oder $^1/_{50}$ der optischen Hauptbrennweite angenommen (Bow). Steinheil gibt nahe denselben Werth, nämlich $^1/_{48}$. Bei einer Linse aus Flintglas würde die Correction der Hauptbrennweite $^1/_{36}$ und noch mehr betragen. Am besten thut man jedenfalls, um die Correction so gering als möglich zu machen, eine Glassorte mit möglichst geringer Farbenzerstreuung, z. B. leichtes Crownglas, zu nehmen.

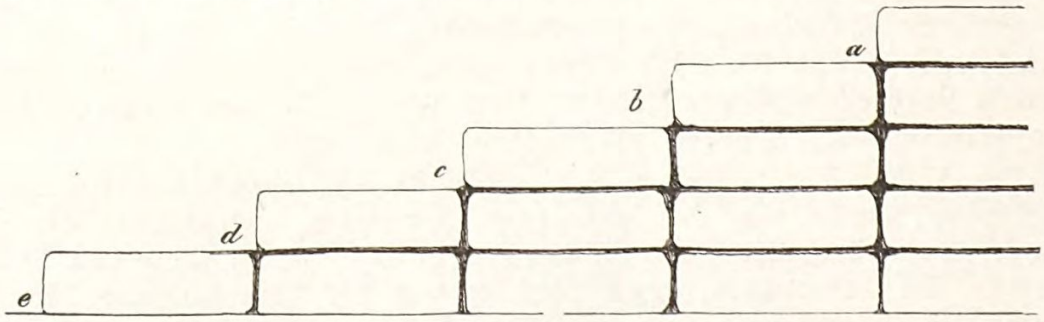


Fig. 161. Prüfung der Focusdifferenz.

Bei Objectiven von Microscopen findet, namentlich wenn selbe stark sind, keine merkliche Differenz zwischen optischem und chemischem Focus statt, wie schon Nachet fand[25]).

Man kann die Differenz, welche zwischen dem chemischen und optischen Focus vorhanden ist, auf folgende Weise ausprobiren. Man stellt, wie in Fig. 161, eine Reihe von Ziegelsteinen, wovon der eine immer höher steht als der andere, in gerader Linie hinter einander auf. Der Apparat wird in dieselbe Linie mit den Ziegelsteinen gebracht, indem man auf die Mitte, z. B. auf *c*, einstellt und ein Bild aufnimmt. Wenn *b* oder *d* scharf werden, so ist der chemische Focus entweder kürzer oder länger. Man erkennt die Differenz, welche sich zeigt, wenn man abwechselnd die Ziegelsteine *b* oder *d* einstellt; die mittlere Entfernung entspricht dem mittlern Focus, den man

24) Bow, Phot. Archiv. 1867. S. 235.
25) Cosmos. 1857. Bd. 11, S. 624. Kreutzer's Jahrber. Phot. 1857. S. 438.

immer beim Einstellen in Betracht ziehen muss. Zu diesem Zwecke thut man am besten, das untere Brett der Dunkelkammer in Grade zu theilen. Der Unterschied des chemischen und optischen Focus wächst mit der Brennweite, d. h. je näher ein Gegenstand dem Objectiv ist, um so viel mehr muss man ausziehen, weil der chemische Focus grösser ist.

Eine compendiösere Vorrichtung zur Prüfung auf Focusdifferenz ist die folgende, welche von Claudet unter dem Namen „Focimeter“ beschrieben wurde.

Einige Meter von dem zu prüfenden Objectiv entfernt, wird der Focimeter aufgestellt, dessen Bild sich in der Mitte des Einstellglases zeigen muss. Dieser Focimeter (Fig. 162) besteht aus 8 Segmenten von nummerirten Cartons, welche in gleichen Entfernungen von einander auf einem Holzcylinder angebracht sind, so dass ihre Zusammenstellung von vorne gesehen, einen Kreisbogen bildet. Man stellt nun den Carton Nr. 5 sehr genau und scharf ein, und um jeden Irrthum zu vermeiden, bedient man sich einer matten Visirscheibe, welche in die Cassette eingelegt wird, da, wo sich später die empfindliche Platte befinden wird.

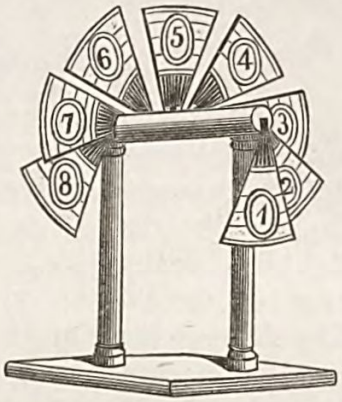


Fig. 162. Focimeter.

Ist dies geschehen, so ersetzt man das matte Glas durch eine empfindliche Platte, macht ein Bild und beobachtet, ob der Carton Nr. 5 ganz scharf erscheint. Wenn dies nicht der Fall, so besitzt das Objectiv einen chemischen Focus. Sobald der Carton Nr. 6, 7 oder 8 schärfer ist (anstatt des eingestellten Nr. 5), so ist der chemische Focus länger als der optische, und nach jeder Einstellung muss der Auszug der Camera um eine mit der Entfernung des zu reproducirenden Objectes sich verändernde Distanz verlängert werden. Wenn Nr. 1, 2, 3 oder 4 sich im Bilde schärfer zeigen, so hat man den umgekehrten Fall.

X. Verwendung gefärbter Linsengläser.

Das einfachste Mittel, um eine Linse oder ein Linsensystem zu achromatisiren, bestünde darin, dass man vor dieselbe eine parallelwandige Glaswanne, in welcher sich eine ammoniakalische Kupferlösung befindet, aufstellt; dieselbe lässt nur Blau durch, gibt also kein farbig gesäumtes Bild, absorbirt aber viel Licht, weshalb dieses Mittel nicht gebräuchlich ist. Ein ganz ähnlicher Vorschlag findet sich schon bei Halleur 1853[26]); er wollte violette Glaslinsen oder, da diese zu schwierig zu beschaffen sind, ein sehr dünnes, genau nach demselben Krümmungshalbmesser geschliffenes Glas vorn an dem Objective anbringen[27]). Burnett erwähnte 1857 nochmals, dass die Ersetzung der zusammengesetzten achromatischen Linsen durch blaue oder violette Linsen (oder durch eine farblose Linse mit einem Stück

26) Halleur, Die Kunst der Photographie. 1853. S. 32.

27) In der „Practischen Anleitung zum Daguerreotypiren“ (Leipzig, 1843). S. 83 findet sich empfohlen vor die Gläser des Objectives ein Stück blaues Glas hinzuhalten, sobald eine von der Sonne stark beschienene Landschaft aufzunehmen ist; das Bild soll einen „schönen und zarten Ton“ (auf Daguerreotypplatten) bekommen.

passend gefärbten Glases in der Diaphragmen-Oeffnung eingeschoben) vortheilhaft sei, namentlich wegen der Entfernung der gelben und rothen Strahlen, welche das Bild zu verderben suchen und oft die Wirkung der chemischen Strahlen verzögern[28]), welche letztere Ansicht aber ganz falsch ist, obschon sie 1876 von Scotellari wieder behauptet wurde[29]). Es wurde nämlich nachgewiesen, dass ein farbloses Objectiv ein Bild auf nassen Jodbrom-Collodionplatten in 10 Secunden gibt, während nach Vorschieben eines blauen Glases 15 Secunden, eines violetten 20 Secunden nöthig sind[30]).

Auch grünlich gefärbte Linsen fanden vor Jahren ihren Fürsprecher, indem durch ihre Verwendung Landschafts-Photographien naturwahrer (?) und die Bildfläche gegen den Rand zu gleichmässiger erhellt erscheinen sollte. Auch dieser Vorschlag gewann keine Bedeutung für die Praxis.

XI. Verwendung unachromatisirter Linsen.

Man hat auch unachromatisirte Linsen in der Photographie verwendet und zwar wegen der grösseren Billigkeit, leichteren Centrirung der Linse, des geringeren Lichtverlustes in Folge der verminderten Anzahl von Oberflächen der geringeren Dicke des Glases und der Möglichkeit, stark gewölbte Meniscen anzuwenden. Als Nachtheile sind dagegen hauptsächlich folgende zwei zu erwähnen: 1) Undeutlichkeit des Bildes in Folge der sphärischen Abweichung der Strahlen. Bei kleineren Oeffnungen, wie beim Periscop zu Landschaftsaufnahmen, ist dies von keinem Belang, besonders wenn man keine starke Vergrösserung erzielen will. 2) Die Undeutlichkeit wegen des Unterschiedes zwischen dem Brennpunkt der optisch hellsten und chemisch wirksamen Strahlen. Deshalb muss man die Stellung der Visirscheibe etwas corrigiren, was unbequem ist.

Auch mit nicht achromatischen Crownglaslinsen lassen sich vollkommen scharfe Bilder machen, wenn man sehr klein abblendet. Nach Abney soll eine Blende, deren Oeffnung etwa $^1/_{96}$ der Brennweite beträgt, genügen[31]). Bei Versuchen Spiller's mit Brillengläsern zeigte es sich, dass die Exposition sehr lang und das Bild matt wurde, wenn die Oeffnung kleiner als $^1/_{100}$ der Brennweite war[32]).

XII. Falsches Licht und heller Fleck. Reflexlicht.

Selbstverständlich ist es, dass im Innern der Camera und an den Rändern der Fassungen glatte und glänzende Stellen vermieden werden müssen, welche durch Spiegelung falsches Licht in's Bild bringen würden.

Aber wenn auch solche Stellen sorgfältigst beseitigt werden, so ist es doch ganz unvermeidlich, dass noch falsches Licht in's Bild kömmt, und zwar durch die Spiegelungen, welche das Licht an den polirten Flächen der Gläser erleidet.

Von dem Lichte, das von einem Gegenstande ausgehend auf das Objectiv fällt und nach den verschiedenen Brechungen durch dasselbe zum Bilde vereinigt werden soll, das an jeder polirten Fläche ein Theil reflectirt; dieses

28) Phot. Notes. 1857. S. 182. Keutzer's Jahrber. Phot. 1857. S. 436.
29) Scotellari, Nouveau mode d'eclairage des ateliers photographiques. 1876. Photogr. Revue. 1877. S. 1.
30) Philadelphia Photographer. 1877. S. 49. Phot. Revue. I, S. 8.
31) Phot. News. 1881. S. 200, 267. Phot. Wochenbl. 1881. S. 161, 208.
32) Phot. News. 1881. S. 247. Phot. Wochenbl. 1881. S. 162.

ist unschädlich, denn es geht in der Richtung vom Bilde weg. Von dem Lichte jedoch, das an der zweiten, dritten oder jeder späteren Fläche reflectirt wird, wird ein Theil zum zweiten Mal gespiegelt, wenn er die schon vorher passirten Flächen wieder trifft. Dieser Theil des Lichtes geht in der Richtung des Bildes weiter und verursacht eine Trübung desselben, und zwar um so stärker, je mehr Flächen, die solche Reflexionen veranlassen, vorhanden sind.

Die Zahl solcher Reflexionen wächst rasch mit der Anzahl der getrennt stehenden Linsen; bei einer Linse findet 1 statt, bei zwei Linsen 6, bei drei Linsen 15, bei vier Linsen 28; es ist also unbedingt bei zwei Apparaten von sonst gleicher Leistung dem der Vorzug zu geben, der weniger getrennt stehende Linsen hat; er gibt stets klarere Bilder. Landschafts-Aufnahmen mit dem Triplet zeigen stets weniger Brillanz und Contraste, als solche mit einer einfachen Linse.

Ausserdem ist es nöthig, dass dieses falsche Licht möglichst weit auseinander geht, ehe es die Bildfläche trifft; dann hat es keine Intensität mehr und wird unschädlich. Bleibt es dagegen enge beisammen, so behält es viel grössere Intensität und erzeugt bei greller Beleuchtung den hellen Fleck in der Mitte der Platte. Es ist dies ein Fehler, der durch die Formen der Linsen, also durch die Construction der Objective bedingt ist und wo er vorhanden, nicht beseitigt werden kann, wie weiter unten nachgewiesen ist.

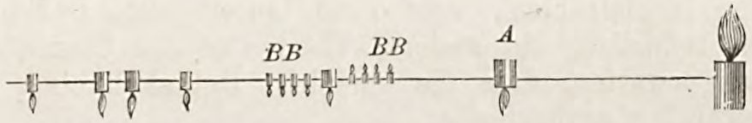


Fig. 163. Reflexbilder eines Objectivs.

Wenn man vor einer Porträtlinse Petzval'schen Systems ein Licht in einer Entfernung von 2 bis 3 m aufstellt, dann durch die Linse schaut, so unterscheidet man deutlich 14 reflectirte Bilder (Fig. 163) und zwar in der in der Zeichnung angegebenen verhältnissmässigen Grösse. Es muss erwähnt werden, dass diese Bilder die angegebene Form haben, wenn die Vorderlinse des Porträtobjectives zunächst dem Auge ist und dass man, um diese Bilder gehörig beobachten zu können, das Auge in eine grössere Entfernung von der Linse bringen muss, als die Brennweite beträgt[33]).

Alle durch zwei Spiegelungen entstehenden Reflexbilder breiten sich als Lichtschein über das Hauptbild aus. Je mehr solcher Reflexbilder vorhanden sind, um so mehr Licht enthält dieser Schein und er wirkt um so störender, je ungleicher er über die Bildfläche vertheilt ist. Bei den Objectiven, die einen hellen Fleck zeigen, ist er in der Mitte concentrirt.

Bei den photographischen Objectiven muss die Anzahl der Reflexbilder vermindert und derartig vertheilt werden, dass sich ihr Licht gleichmässig über die ganze Bildfläche vertheilt.

Stellt man auf einen fernen Gegenstand ein und richtet zugleich den Apparat nach dem Himmel, so dass ein dunkler Gegenstand (z. B. ein Schornstein) dazwischen fällt, so sieht man den Lichtfleck auf der matten Scheibe deutlich, sobald das Objectiv in dieser Hinsicht fehlerhaft ist.

33) Kreutzer's Zeitschr. 1861. Bd. 4, S. 47.

Obschon es unzweifelhaft ist, dass in vielen Fällen die Lichtreflexe die Ursache heller Lichtflecken am Bilde sind, so hat andererseits ein runder heller Fleck in der Mitte des Bildes häufig einen andern Entstehungsgrund. Es erscheint nämlich mitunter das wirkliche Bild der vor der Linse befindlichen Blendenöffnung[34]).

Linsen, welche Bilder mit einem Lichtfleck geben, lassen sich oft durch einfache Mittel fehlerfrei machen (s. S. 273). Bei einer einfachen Linse entfernt man z. B. die Blende oder nähert sie der Linse; man muss aber beachten, dass, je weiter die Blende von der Linse entfernt wird als absolut nothwendig ist, der Lichtkegel unnütz verengt wird und dunkle Ränder an den Bildern entstehen. — Bei der Petzval'schen Porträtlinse hilft Näherung der Hinter- linse an die Vorderlinse. — Die Kugellinse gibt vermöge ihrer Form ein starkes Blendenbild (Lichtfleck); dieser Fehler ist sehr schwer zu beseitigen, schwerer als bei anderen Linsen[35]). — Frei vom Lichtfleck sind der Aplanat, Euryscop, Antiplanet, Rectilinear etc.

Oft rührt der Lichtfleck davon her, dass die Messingfassung oder Blende glänzt oder blank schwarz statt matt schwarz ist, weshalb es vorkommt, dass Objective, die früher fehlerfrei waren, mit der Zeit immer stärkere Lichtflecke liefern.

XIII. Die Lichtkraft der Objective und Einfluss der Glassorte.

Da von den Lichtstrahlen, welche ein Linsensystem treffen, ein Theil an den Flächen reflectirt, ein anderer Theil von der Glasmasse absorbirt wird, so ist zu erwarten, dass die wirkliche Helligkeit eines Bildes stets hinter der berechneten zurückbleibt.

Die wirkliche Helligkeit beträgt nach Lambert bei dem Durchgang durch Eine Linse $^5/_6$ der berechneten (Schwächungscoëfficient). Enthält das System m Linsen, so ist der Schwächungscoëfficient $(^5/_6)^m$ anzunehmen. Es sind jedoch Doppel- und Tripletlinsen mit übereinstimmenden und gekitteten inneren Flächen, da an diesen keine Reflexion stattfindet, für eine einzige Linse zu rechnen.

Die Lichtkraft eines Objectivs wird bestimmt: 1) durch ihre Construction, nämlich durch das Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite und 2) durch die Färbung des Glases.

1) Die Lichtkraft zweier Objective verhält sich, wie die Quadrate der Durchmesser der Oeffnungen (resp. der Blenden) und umgekehrt, wie die Quadrate der Brennweiten. Wenn f und F die Brennweiten, a und A die Durchmesser der Oeffnungen zweier Objective sind, so gilt das Verhältniss der Lichtkraft $\frac{a^2}{f^2} : \frac{A^2}{F^2}$. Da nun die Expositionsdauer verkehrt proportional der Lichtkraft sich verhält, so ist das Verhältniss der Expositionszeiten $\frac{f^2}{a^2} : \frac{F^2}{A^2}$.

Mit anderen Worten: Man findet die Lichtstärke der Objective, wenn man die Oeffnung der Linse oder Blende durch die äquivalente Brennweite dividirt und den Bruch in's Quadrat erhebt. Z. B. sei (nach Vogel) bei

34) Dallmeyer, Phot. Mittheil. Bd. 4, S. 133.
35) Dallmeyer, Phot. Mittheil. Bd. 4, S. 133.

	Voigtländer Visitkart.	Busch System III	Auzoux 3zöllig	Steinheil Aplanat
Oeffnung dividirt durch Brennweite	$\frac{1}{3^4/_{11}}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4^4/_7}$	$\frac{1}{7}$
demnach das Verhältniss der Lichtstärke wie	$\left(\frac{1}{3^4/_{11} \times 3^4/_{11}}\right) = \frac{1}{11}$	$\left(\frac{1}{3 \times 3}\right) = \frac{1}{9}$	$\frac{1}{21}$	$\frac{1}{49}$

demnach das Verhältniss der Exposition wie 11 : 9 : 21 : 49.

Zur genauen Bestimmung der für die Helligkeit eines Punktes wirkenden Oeffnung des Objectives (an Stelle der Angabe der Blendenöffnung durch directe Messung) verfährt Steinheil in folgender Weise:

Nachdem man den Apparat auf eine grosse Entfernung hin eingestellt und die Visirscheibe fixirt hat, bringe man an die Stelle der matten Scheibe eine undurchsichtige Fläche, z. B. ein schwarzes Papier mit einer Oeffnung von 4 bis 5 mm Durchmesser in der Mitte. Hinter diese Oeffnung bringe man (auf der dem Objectiv abgewendeten Seite) ein helles Licht (Petroleumlampe). Stellt man sich jetzt vor das Objectiv und spannt ein durchscheinendes Papier über den Rand der Objectivfassung, so erscheint auf demselben eine runde erleuchtete Scheibe. Der Durchmesser dieser erleuchteten Scheibe ist die wirksame Oeffnung des Objectivs, welche selbstverständlich für jede Blendenöffnung eine andere wird.

Jeder Photograph soll sich eine Tabelle anlegen, worin die relative Lichtstärke seiner Objective, sowie deren Helligkeit für jede einzelne Blende angegeben ist; es werden dann viel weniger Fehl-Expositionen gemacht werden.

Es würde ein wesentlicher Fortschritt sein, wenn die Optiker allgemein das System annehmen wollten, neben jeder Blendenöffnung das Verhältniss des Durchmessers zur absoluten Brennweite der Linse einzustampfen, d. h. wenn die Oeffnung $^1/_{25}$ der Brennweite ist, sollte neben derselben die Zahl 25 eingeschlagen sein.

Dieses Verfahren gewährt den Vortheil, dass man leicht die charakteristischen Eigenschaften jedes einzelnen Objectivs hinsichtlich der Belichtungszeit studiren kann, worauf Carey Lea schon 1867 aufmerksam machte[36]).

Auch Warnerke schlug vor, auf jedes Objectiv, resp. jede Blende, die äquivalente Brennweite und das Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite zu graviren. Dies letztere wäre nach der oben gegebenen Bezeichnung $\frac{a}{f}$. Um dann zwei Objective von verschiedener Oeffnung und Brennweite zu vergleichen, muss man die Brüche $\frac{a}{f}$ und $\frac{A}{F}$ erst auf gleichen Zähler bringen, dann jeden in's Quadrat erheben und den Nenner des einen durch den des andern dividiren[37]). Noch besser ist es nach Stolze's Vorschlag, auf jedes Objectiv und jede Blende den Bruch $\left(\frac{a}{f}\right)^2$ zu schreiben und zwar ausgedrückt durch einen möglichst einfachen Bruch mit dem Zähler 1. Da alle diese Normalzahlen Brüche mit der Nenner 1 sind,

36) Phot. Arch. 1867. S. 140.
37) Brit. Journ. of Phot. 1882. S. 87.

bei denen nur der Nenner bedeutungsvoll ist, so würde es ausreichen, diesen darauf zu setzen. Ein System erfordert dann um so viel längere Exposition als ein anderes, als seine Normalzahl grösser ist, als die des anderen[38]).

2) Der Einfluss der Glassorte wirkt in der Weise, dass nicht alle durchsichtig erscheinenden Glassorten gleich lichtdurchlassend für die chemisch wirksamen Strahlen sind und mitunter auch das als Kitt dienende Harz nicht ganz farblos ist. Daher kommt es, dass die aus Oeffnung und Brennweite gerechnete Lichtstärke eines Objectives oft eine wesentlich andere ist, als die in der photographischen Praxis beobachtete. Zur genauen Vergleichung der Helligkeit zweier Objective darf man sich demnach nicht auf die Rechnung allein verlassen, sondern muss damit photographische Aufnahmen vornehmen.

Dass die Durchsichtigkeit verschiedener Glassorten für die chemisch wirksamen, insbesondere die ultravioletten Strahlen, sehr bedeutende Schwankungen zeigt, wurde schon S. 66 erwähnt. Ein sehr merkwürdiges Beispiel hierzu erwähnt Lemling[39]), welcher an zwei Weitwinkelobjectiven von gleichem Linsendurchmesser beobachtete, dass das eine optisch 4 mal heller als das andere berechnet war, trotzdem aber das letztere nicht weniger als 8 mal rascher als der erstere wirkte. Aus diesem Grunde ist das Scotometer („Dunkelheitsmesser"), welches die optische Helligkeit des Bildes auf der matten Scheibe zu prüfen gestattet[40]), ganz unzuverlässig zur Prüfung der photographischen Lichtkraft der Objective.

Aeltere, oft gebrauchte Linsengläser verändern sich manchmal. Es wurde beobachtet, dass von zwei genau gleich lichtstarken Stereoscop-Porträtobjectiven Voigtländer's, das eine, welches zu Vergrösserungen im Sonnenlicht verwendet wurde, nach Verlauf eines Jahres sehr merklich lichtschwächer geworden war, als das andere. Offenbar hatte das Glas eine Veränderung im Lichte erlitten, welche Möglichkeit ja schon längst ausser Zweifel gesetzt ist[41]). (Vergl. S. 67.)

XIV. Die Grösse des Gegenstandes im Bilde im Zusammenhange mit dessen Entfernung und der Brennweite des Objectives.

Ist auf einen sehr entfernten Gegenstand eingestellt, so liegt das Bild möglichst nahe dem Objectiv, d. h. der Auszug der Camera wird sehr zusammengeschoben sein; je näher der Gegenstand kommt, desto weiter und weiter rückt das Bild weg; die Visirscheibe muss, um scharf einzustellen, weiter vom Objectiv entfernt werden.

Wenn man denselben Gegenstand in verschiedenen Abständen von einem Objectiv aufstellt und jedesmal auf Deutlichkeit einstellt, so wird sich zeigen, dass das Bild dieses Gegenstandes auf der matten Scheibe jedesmal

38) Phot. Wochenbl. 1881. S. 103; 1882. S. 67.

39) Lemling, Der Freund des Photographen oder die Resultate der Fortschritte der photogr. Optik. 1875. S. 38.

40) Es werden eine Anzahl (bis 30) Scheibchen von weissem Glase übereinander gelegt und durch das Glas hindurch das Bild auf der Visirscheibe angesehen; je heller das Bild, desto mehr Scheibchen sind nöthig, um das Bild auf eine gewisse Dunkelheit zu bringen (Buehler, Atelier und Apparat des Photographen. 1869. S. 129).

41) Phot. Mittheil. 1866. Buehler, Apparat des Photographen. 1869. S. 127.

eine andere Grösse hat, und zwar wird das Bild um so kleiner, je weiter der Gegenstand entfernt war.

Ist AB (Fig. 164) ein Gegenstand, und das durch ein Objectiv mit der Blende C erzeugte Bild ba, so rückt das Bild des Gegenstandes nach da und wird grösser, wenn der Gegenstand sich der Linse bis DE nähert.

Jedermann, der sich der Camera obscura für Porträt- oder Landschafts-Aufnahme bedient, muss sehr oft, ausser der Brennweite des Objectivs wissen, 1) welches die Grösse des Bildes sein wird; 2) die Entfernung vom Object, welches aufzunehmen ist; 3) die Länge des Auszuges für die matte Scheibe[42]). Sind von diesen Grössen zwei bekannt, so ist es leicht, die andern zwei durch Rechnung zu bestimmen. Gewöhnlich kennt man die Brennweite des Objectivs und das Grössenverhältniss des Bildes zum Objecte. Diese letztere Grösse ist ein Bruch, dessen Zähler 1 andeutet, dass das Object als Einheit genommen ist, und der Nenner drückt aus, wie viel mal die Grösse des Bildes in derjenigen des Objectes enthalten ist. Sei z. B. das Grössenverhältniss des Bildes zum Objecte $^1/_{15}$, so bedeutet dies, dass das Bild fünfzehn mal kleiner ist, als der Gegenstand. Wäre dieses Verhältniss $^1/_1$ oder ein Ganzes, so sind das Bild und der Gegenstand von gleicher Grösse.

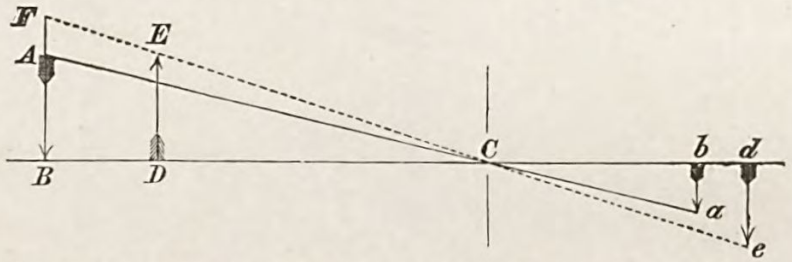


Fig. 164. Vergrösserung des Bildes bei der Annäherung des Gegenstandes.

Um in der Praxis die Bestimmung dieses Verhältnisses zu erleichtern, wählt Suter zwei Einheiten, nämlich: die eine, welche der gewöhnlichen Grösse des Kopfes einer Person entspricht, d. i. 21 cm und für das Porträtfach dient; die andere, zum Zwecke der Aufnahmen von Monumenten oder Ansichten, soll die mittlere Grösse eines Mannes sein, nämlich 175 cm.

Nach diesen Annahmen ist auch die S. 304 stehende Tabelle berechnet, welche das Verhältniss des Bildes zum Object gibt für eine gegebene Grösse, welche das Bild haben soll. Sei es der Kopf eines Porträts, oder die stehende Person in der aufzunehmenden Ansicht oder Landschaft.

Will man z. B. ein Porträt machen, dessen Kopf 26 mm gross sein soll, so gibt die Tabelle an, dass das Verhältniss des Bildes zum Object $^1/_8$ ist. Handelt es sich um eine Ansicht, worin Personen in der Grösse von 11 mm erscheinen sollen, so finden wir ein in der gleichen Tabelle fragliches Verhältniss von $^1/_{160}$. Die Wahl der Grösse eines Mannes als Mass wird, wo es sich um Monumente oder Ansichten handelt, oft nützlich, um zum Voraus zu bestimmen und ohne die Camera an Stelle zu bringen, ob man ein gewisses Monument oder Terrain ganz auf eine gegebene Platte bringen kann. Nehmen wir an, mit einem Apparat für Platten von 22 auf 16 cm soll auf diese Dimension irgend ein Monument aufgenommen werden. Mit Benutzung einer Gelegenheit, wo eine Person nahe am Monument vor-

42) Suter, Phot. Mitth. 1881. Bd. 18, S. 163.

beigeht, oder mit Hilfe eines Gehilfen kann durch Schätzung bestimmt werden, wie viel mal fragliches Gebäude höher ist, als die Person. Ist es ungefähr 15 mal höher, so schliessen wir daraus, dass, wenn die Platte von dem Monument in ihrer ganzen Höhe bedeckt ist, die Person einen Raum von $^1/_{15}$ von 16 cm einnehmen würde, d. i. $10^1/_2$ mm. Unsere Tabelle zeigt, dass dann das Verhältniss des Bildes zum Gegenstand $^1/_{170}$ ist; darnach wird eine zweite Tabelle (s. S. 306 und 307) zeigen, dass, um ein solches Bild zu erhalten, für ein Objectiv von 50 cm Brennweite es eine Entfernung von 86 m bedarf.

Verhältniss des Bildes zum Object.	Grösse des Bildes eines Mannes.	Grösse des Bildes eines Kopfes.
$^1/_1$	1,750 mm	210 mm
$^1/_2$	875 „	105 „
$^1/_3$	583 „	70 „
$^1/_4$	437 „	52 „
$^1/_5$	350 „	42 „
$^1/_6$	292 „	35 „
$^1/_7$	250 „	30 „
$^1/_8$	219 „	26 „
$^1/_9$	194 „	23 „
$^1/_{10}$	175 „	21 „
$^1/_{15}$	117 „	14 „
$^1/_{20}$	88 „	11 „
$^1/_{25}$	70 „	8 „
$^1/_{30}$	58 „	7 „
$^1/_{35}$	50 „	6 „
$^1/_{40}$	44 „	$5^1/_4$ „
$^1/_{45}$	39 „	$4^3/_4$ „
$^1/_{50}$	35 „	$4^1/_4$ „
$^1/_{60}$	29 „	$3^1/_2$ „
$^1/_{70}$	25 „	3 „
$^1/_{80}$	22 „	$2^1/_2$ „
$^1/_{90}$	19 „	$2^1/_3$ „
$^1/_{100}$	18 „	$2^1/_{10}$ „
$^1/_{120}$	15 „	$1^3/_4$ „
$^1/_{140}$	13 „	$1^1/_2$ „
$^1/_{160}$	11 „	$1^1/_3$ „
$^1/_{180}$	10 „	$1^1/_5$ „
$^1/_{200}$	9 „	1 „

Wir können durch ein ähnliches Verfahren den Raum auffinden, welchen ein Monument von dem Orte, wo man sich befindet, aufgenommen, auf der Platte in der Höhe einnehmen würde. Zu diesem Behufe stelle man sich in gerader Richtung vor dem betreffenden Gebäude auf und sende einen Gehilfen so weit vor sich hin, bis derselbe in der gleichen Höhe wie das Monument erscheint. Man messe nun ungefähr die Distanz bis zum Gehilfen. Ist diese z. B. 14 Meter, so ist die Höhe eines Mannes (175 cm) acht mal darin enthalten. Dasselbe Verhältniss findet statt zwischen der Brennweite des Objectives und der Höhe, welche die Person, folglich auch die des Gebäudes, auf der Platte einnehmen würde. Ist daher die Brennweite des Objectives 40 cm, so erscheint auf der Platte das Monument in in der Höhe von 5 cm.

Mit Anwendung folgender Tabellen (S. 306 und 307) und der angedeuteten Verfahren wird man oft enthoben sein, mit den grossen Apparaten

die gewünschten Grössen und die erforderlichen Entfernungen an Ort und Stelle suchen zu müssen.

Ist die Brennweite des Objectivs und das Grössenverhältniss des Bildes bekannt, so ist es leicht, die Entfernung vom Gegenstand bis zum Einfallspunkt (der Oeffnung) des Objectivs zu bestimmen.

Bedarf es keiner sehr grossen Genauigkeit in den Resultaten, so kann der Einfalls- und der Ausfalls-Punkt (d. i. die Vorder- und Hinterfläche) des Objectivs als zusammenfallend betrachtet werden. Bei einem Doppel-Objectiv wird man die Mitte des Zwischenraumes beider Linsen als diesen gemeinschaftlichen Punkt nehmen.

Nach diesen Regeln ist die Secretan'sche[43]) Tafel berechnet, welche die Entfernung des Gegenstandes und seines Bildes zu den betreffenden Einfalls- und Ausfallspunkten angibt, nachdem die Brennweite und das Grössenverhältniss des Bildes bekannt sind.

Die erste senkrechte Reihe enthält die Brennweiten von 5 zu 5 cm für 10 bis 100 cm; für die dazwischen liegenden Brennweiten kann man die Resultate nach den oben angegebenen Regeln berechnen. Die zweite senkrechte Abtheilung, welche oben den Bruch $^1/_1$ oder 1 trägt, gibt in Hinsicht auf die Grösse des Bildes, gegenüber der ersten Columne jedesmal zwei Zahlen. Die erste ist die Entfernung des Gegenstandes, die zweite die des matten Glases. Die Summe dieser beiden Zahlen ist also die Entfernung des Gegenstandes vom Bilde, wenn man den kleinen Zwischenraum, der die vereinigten Centren trennt, hinzurechnet. Dies bezieht sich besonders auf Doppelobjective, meistens kann man jedoch deren Zwischenraum unberücksichtigt lassen. Die dritte Verticalreihe enthält ähnliche Angaben, aber für eine Bildgrösse von $^1/_2$, die vierte Reihe gibt sie für $^1/_3$ und so die folgenden.

Nehmen wir an, dass man mit einem Objective von 30 cm Brennweite ein Porträt von $^1/_6$ Grösse machen wollte. Ausgehend von der Zahl 30 der ersten Verticalreihe, verfolgt man die Horizontallinie, bis man zu der Verticalreihe gekommen ist, welche die Aufschrift $^1/_6$ trägt. Hier trifft man auf das Fach, wo sich die beiden Zahlen 2,10 und 0,35 befinden. Die erste zeigt an, dass die Person 2 m und 10 cm vom Objectiv entfernt sein muss, und die zweite lehrt, dass das matte Glas, in den Brennpunkt gebracht, ungefähr 35 cm entfernt sein wird.

Die Resultate der Tafel sind genau bis ungefähr auf ein Centimeter; eine grössere Genauigkeit würde unnütz gewesen sein, besonders für diejenige Zahl, welche die Entfernung des matten Glases bestimmt, vorausgesetzt, dass man dieselbe immer durch genaues Einstellen regelt.

Es ist immer gut, dieses letzte Grössenverhältniss zu kennen, wenn es auch nur wäre, um zu wissen, ob das Local, worin man arbeitet, gross genug ist, um eine gewisse Reduction des Bildes mit einem Objective von einer bestimmten Brennweite vornehmen zu können.

Wenn man nun die kleinste Reduction wissen möchte, welche man bei einer Brennweite von 40 cm in einem Zimmer, dessen grösste Dimension 4 m ist, vornehmen kann, muss man zuerst ein Meter für den Platz dessen, der aufgenommen wird, und für den Operateur, der auf dem matten Glase einstellt, abziehen.

43) Suter druckte die in Monckhoven's Handbuch der Photographie 1864 publicirte Tabelle a. a. O. nach.

In der Horizontallinie, welche einer Brennweite von 40 entspricht, durchläuft man die Summe beider Zahlen jedes Faches, bis man das Resultat findet, welches sich am meisten drei Metern nähert, aber weniger beträgt. So kommt man auf die Zahl 2,88, welche uns diejenige Reihe gibt, an deren Spitze sich $^1/_5$ befindet.

	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/15
0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,60
	0,20	0,15	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65	2,40
	0,30	0,23	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16
0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	3,20
	0,40	0,30	0,27	0,25	0,24	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21
0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	4,00
	0,50	0,38	0,33	0,31	0,30	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27
0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30	4,80
	0,60	0,45	0,40	0,38	0,36	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33	0,32
0,35	0,70	1,05	1,40	1,75	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50	3,85	5,60
	0,70	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39	0,39	0,39	0,37
0,40	0,80	1,20	1,60	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	4,40	6,40
	0,80	0,60	0,53	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,44	0,43
0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	8,00
	1,00	0,75	0,67	0,63	0,60	0,58	0,57	0,56	0,55	0,55	0,53
0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60	9,60
	1,20	0,90	0,80	0,75	0,72	0,70	0,69	0,68	0,66	0,66	0,64
0,70	1,40	2,10	2,80	3,50	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	7,70	11,20
	1,40	1,05	0,93	0,87	0,84	0,82	0,80	0,79	0,77	0,77	0,75
0,80	1,60	2,40	3,20	4,00	4,80	5,60	6,40	7,20	8,00	8,80	12,80
	1,60	1,20	1,07	1,00	0,96	0,93	0,91	0,90	0,88	0,88	0,85
0,90	1,80	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20	8,10	9,00	9,90	14,40
	1,80	1,35	1,20	1,12	1,08	1,05	1,03	1,01	0,99	0,99	0,96
1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,10	16,00
	2,00	1,50	1,33	1,25	1,20	1,17	1,14	1,13	1,10	1,10	1,07

Dies wird die kleinste Bildgrösse sein, welche man in diesem Local mit solchem Objective erhalten kann.

Eine ähnliche Aufgabe würde diejenige sein, wo man, wenn die Entfernung des Gegenstandes in Bezug auf das Bild bekannt ist, wissen möchte, welche Brennweite ein Objectiv haben muss, um eine in dem Porträt gegebene Reduction zu bekommen.

Gesetzt nun, man habe über einen Raum von vier Metern zu verfügen und wolle eine Reduction auf $^1/_8$ vornehmen, indem man ein Objectiv von grösstmöglichster Brennweite verwendet; welche Brennweite müsste dies sein? Um sie zu erfahren, ziehe man die Columne zu Rathe, welche die Ueberschrift $^1/_8$ trägt, und indem man die Summe von beiden Zahlen jedes Faches

	1/20	1/25	1/30	1/40	1/50	1/60	1/70	1/80	1/90	1/100	1/200
0,10	2,10	2,60	3,10	4,10	5,10	6,10	7,10	8,10	9,10	10,10	20,10
	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	3,15	3,90	4,65	6,15	7,65	9,15	10,65	12,15	13,65	15,15	30,15
	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	4,20	5,20	6,20	8,20	10,20	12,20	14,20	16,20	18,20	20,20	40,20
	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
0,25	5,25	6,50	7,75	10,25	12,75	15,25	17,75	20,25	22,75	25,25	50,25
	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
0,30	6,30	7,80	9,30	12,30	15,30	18,30	21,30	24,30	27,30	30,30	60,30
	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
0,35	7,35	9,10	10,85	14,35	17,85	21,35	24,85	28,35	31,85	35,35	70,35
	0,37	0,36	0,36	0,36	0,36	3,36	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35
0,40	8,40	10,40	12,40	16,40	20,40	24,40	28,40	32,40	36,40	40,40	80,40
	0,42	0,42	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40
0,50	10,50	13,00	15,50	20,50	25,50	30,50	35,50	40,50	45,50	50,50	100,50
	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,50
0,60	12,60	15,60	18,60	24,60	30,60	36,60	42,60	48,60	54,60	60,60	120,60
	0,63	0,62	0,62	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,60
0,70	14,70	18,20	21,70	28,70	35,70	42,70	49,70	56,70	63,70	70,70	140,70
	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,70
0,80	16,80	20,80	24,80	32,80	40,80	48,80	56,80	64,80	72,80	80,80	160,80
	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,80
0,90	18,90	23,40	27,90	36,90	45,90	54,90	36,90	72,90	81,90	90,90	180,90
	0,95	0,94	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,90
1,00	21,00	26,00	31,00	41,00	51,00	61,00	71,00	81,00	91,00	101,00	201,00
	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01

nimmt, bis man ein Resultat findet, welches vier am nächsten kommt, gelangt man bis zum siebenten Fache, welches 4,05 gibt und in horizontaler Reihe einer Brennweite von 40 entspricht. Dies ist die gesuchte Brennweite. Die Lösung verschiedener Aufgaben, welche sich nach obigen Tafeln mit Leichtigkeit bewerkstelligen lässt, wird oft beim ersten Blick Aufschlüsse geben, welche nützlich sein können. So kann man bei einer Landschafts-

aufnahme mit einem bekannten Objectiv die wirkliche Grösse eines Platzes finden, welcher den Operateur vom aufgenommenen Monumente trennte; ebenso lässt sich die Höhe und jede andere Dimension, die man gern wissen möchte, ausfindig machen.

XV. Richtige und falsche perspectivische Zeichnung durch Objective. Stellung des Objectivs an der Camera.

A. Bei einer Linse von sehr kurzer Brennweite beschränkt sich die Hauptwirkung des Bildes auf den Vordergrund. Die näheren Gegenstände bekommen eine Grösse und Wichtigkeit, welche sie in Wirklichkeit kaum haben, das Entfernte wird aber sehr verkleinert. Der entferntere Berg erscheint als ein blosser Hügel, während ein Haus im Vordergrunde verhältnissmässig doppelt so hoch und umfangreich zu sein scheint, als es in Wirklichkeit ist.

Bei einer Linse von sehr grosser Brennweite bemerkt man gerade das Gegentheil. Der Hintergrund wird ganz nach vorn gezogen, die Hügel in der Ferne erscheinen wie wirkliche Berge und scheinen in der Mitte, statt in der äussersten Ferne zu sein. Die Perspective, welche bei sehr kurzer Brennweite sehr übertrieben wurde, scheint hier gänzlich vernachlässigt zu sein[44]).

Die scheinbare Verkürzung der ferneren Gegenstände beruht bei den Weitwinkellinsen, welche sehr kurze Brennweite haben, auf dem Zutritt des Vordergrundes, der bei Linsen, welche einen geringen Winkel umfassen, fehlt. Neben den ungewöhnlich grossen Gegenständen im Vordergrunde erscheinen die ferneren kleiner als sie wirklich sind.

Soll eine Photographie richtig gesehen werden, so dass das Bild dieselben Verhältnisse zeigt, wie die Natur, so muss man das Bild dem Auge um so mehr näher bringen, je kürzer die Brennweite des Objectives war.

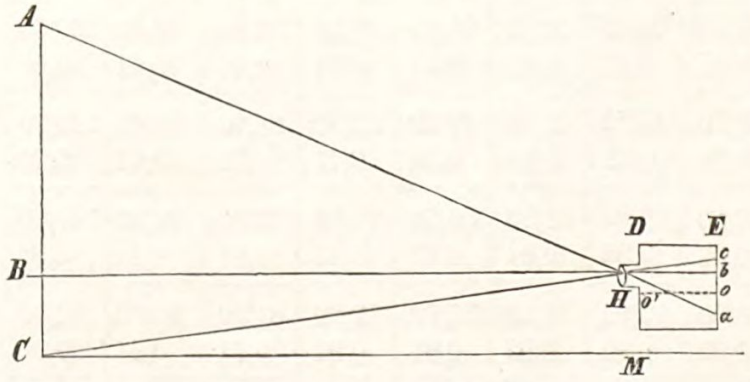


Fig. 165.
Aufstellung der Camera.

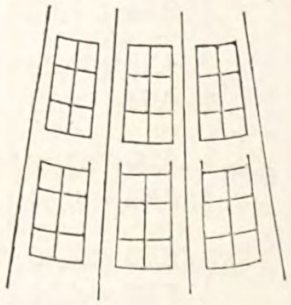


Fig. 166.
Verzeichnung durch falsche Stellung der Linse.

B. Nach theoretischen Grundsätzen musste die Achse des Objectivs, folglich auch jene der Camera, genau horizontal stehen und die Achse des Objectivs senkrecht auf die Visirscheibe fallen, wie Fig. 165 zeigt, sonst findet eine Verzeichnung statt. Eine geringe Neigung bringt jedoch bei Porträt- und Landschafts-Aufnahmen unter gewöhnlichen Umständen keine merkliche

44) Carey Lea, Phot. Mitth. 1867. Bd. 9, S. 179.

Verzeichnung hervor, so lange man nicht die Grenze der Zulässigkeit überschreitet. Wird z. B. bei der Aufnahme einer stehenden Person das Objectiv stark gegen die Hüfte geneigt, so ist das Bild den Gesetzen der Perspective zuwider, indem der Hals verkürzt erscheint. Richtig wird das Bild, wenn das Objectiv horizontal in der Höhe der Schultern steht.

Bei den Weitwinkellinsen besteht ein Hauptpunkt bei der Aufnahme eines Gebäudes oder Monumentes darin, dass die Camera ganz horizontal steht.

Meistens fällt in solchen Fällen der obere Theil (A) des Bildes eines Monumentes (ABC Fig. 165) ausserhalb der Visirscheibe der Camera. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, muss man das Objectivbrettchen, in welchem das Objectiv H befestigt ist, in die Höhe schieben, bis das Bild cba des Monumentes genau den gewünschten Platz in der Mitte des Einstellglases einnimmt.

Würde man beim Einstellen die Camera schief stellen, indem man das Objectiv nach oben neigt, so würden die verticalen Linien des Bildes nach oben zusammenlaufen, wie Fig. 166 zeigt.

Wenn eine Strasse $ABCD$ Fig. 167 durch eine nach aufwärts gerichtete Linse (wie Fig. 167 zeigt) aufgenommen würde, würden die Häuser der Strasse gegen die Mitte zu geneigt erscheinen, als wollten sie zusammenstürzen.

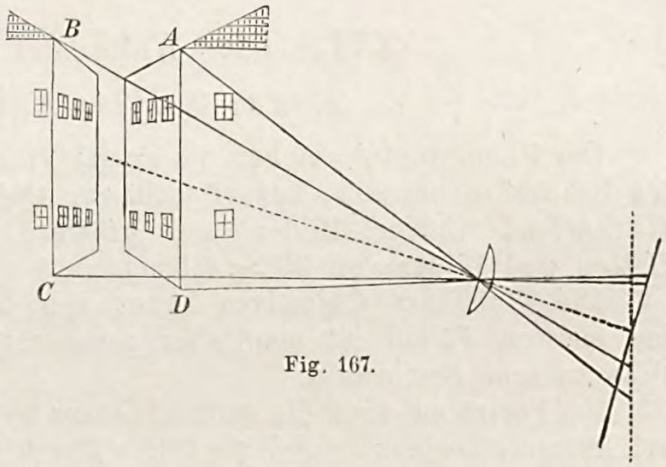


Fig. 167.

Durch Schrägstellen der Visirscheibe kann man die Linien von Gebäuden oder Thürmen, die im Bilde ein Zusammengehen der Linien nach oben zeigen, parallel erhalten. Es sei $ABCD$ (Fig. 168) ein viereckiger Thurm, JH die Linse mit horizontaler Achse und EF die parallel mit dem Thurme stehende Visirscheibe. Die Entfernung Aa und Bb ist grösser als die Entfernung Cc und Dd. Es ist ein bekanntes Gesetz der Optik, dass die Grösse des Bildes mit der wachsenden Entfernung abnimmt; das heisst, je entfernter der Gegenstand, um so kleiner das Bild. In diesem Beispiel ist die Thurmspitze AB weiter vom Objectiv entfernt, als die Punkte CD; aus diesem Grunde gehen die parallelen Seitenlinien im Bilde nur wenig, etwa so, wie es den Gesetzen der Perspective entspricht, nach oben zusammen; wenn die Camera höher steht als der Gegenstand, gehen sie etwas nach unten zusammen.

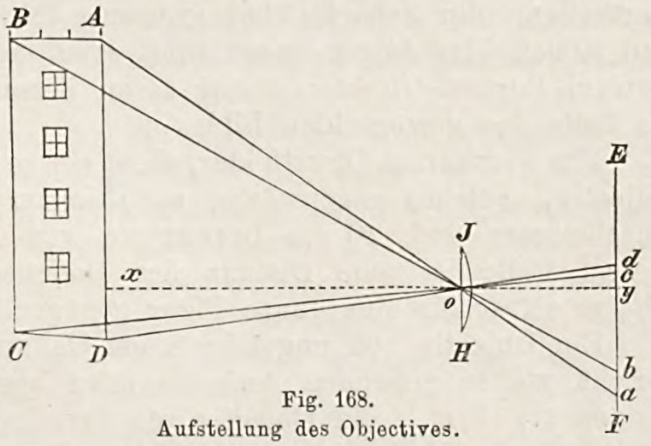


Fig. 168.
Aufstellung des Objectives.

Stellt man auf den Mittelpunkt X des Thurmes $ABCD$ (Fig. 169) ein und neigt die Linse JH, und wird die Visirscheibe im selben Grade

nach JK geneigt, so wird die Schärfe des Bildes gleichmässiger, aber die Linien gehen viel stärker nach oben zusammen als bei der horizontalen Stellung; denn das obere Stück gh erscheint auf der Ebene JK projicirt kürzer als auf EF; dagegen wird das dem unteren Theile des Thurmes entsprechende Stück ef grösser als dc erscheinen. Der Thurm erscheint also zufolge der Neigung der Linse als vierseitige Pyramide. Wird aber die Linse in der Stellung Fig. 168 belassen und nur die Visirscheibe in die Lage JK Fig. 169 nach rückwärts geneigt, so erhält man ein scharfes Bild, welches sehr wenig verzeichnet ist.

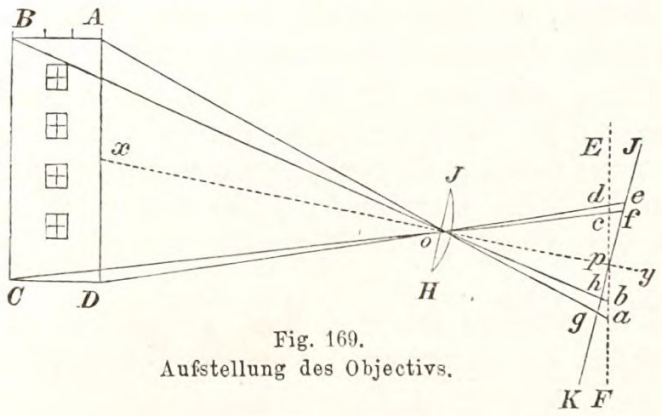


Fig. 169.
Aufstellung des Objectivs.

XVI. Die Wahl der Objective.

A. Für Porträt-Aufnahme.

Der Photograph, welcher die Porträt-Photographie als Hauptgegenstand des Geschäftes betreibt, bedarf mehrerer Objective. Insbesondere eines für Visitkarten, Cabinet-Bilder und grössere Formate, nämlich sog. ganze Platten und Bilder von 30×40 cm.

Die Wahl des Objectives hängt von der Länge des Ateliers ab. In den meisten Fällen ist man aber gegenwärtig durch allzu kurze Ateliers nicht zu sehr beschränkt.

Bei Porträten wird die Aufstelldistanz zwischen 3,7 bis 7,3 m schwanken. Bei kürzerer Distanz zeigen die Bilder übertriebene Perspective und ungleiche Vertheilung der Schärfe; bei grösserer Distanz mangelt dem Bilde Plastik und Relief. Im Allgemeinen wählt man die Distanz von 5 bis 6 m. Bei Petzval-Porträt-Objectiven soll deren Brennweite etwa doppelt so lang als die Seite des gewünschten Bildes sein.

Für Visitkarten (Brustbilder) dient ein gewöhnliches Petzval'sches Porträt-Objectiv, welches gegenwärtig noch immer dominirt, von ungefähr 7 cm Durchmesser und 20 cm Brennweite von der Hinterlinse gemessen. In diesem Falle ist eine Distanz des Modelles vom Apparat von ungefähr $5^1/_2$ m selbst für eine ganze Figur genügend.

Ein Objectiv von ungefähr 8 cm Oeffnung und 24 cm Brennweite entspricht weiter gehenden Anforderungen besser und braucht eine Aufstelldistanz von 7 m. Ein Objectiv von derselben Oeffnung und 29 cm Brennweite gibt im Nothfalle selbst Cabinet-Brustbilder, ist aber lichtschwächer und erfordert eine Atelierlänge von 8 m.

Ausserdem werden von den Optikern sogenannte Schnellarbeiter construirt, welche zu Kinderaufnahmen etc. dienen; dieselben haben eine abnorme kurze Brennweite und erreichen ihre Lichtkraft auf Kosten der Schärfe am Rande und der Tiefe, weshalb man derartige Instrumente nicht für gewöhnlich benutzt.

Für Cabinet-Bilder ist ein Objectiv von ungefähr 8 bis 9 cm Oeffnung und 30 cm Brennweite nöthig. Man erhält dann das Bild einer ganzen

Figur bei einer Aufstelldistanz von 6 m. Besser geeignet sind für Cabinetbilder etwas grössere Objective von 10 cm Oeffnung und 38 bis 48 cm Brennweite; nöthige Atelierlänge $7^1/_2$ bis 9 m. Wenn man ein genügend langes Atelier hat, so wählt man Objective von etwas grösserer Sorte, weil sie wegen der längeren Brennweite tief arbeiten. Als billige Objective von geringerer Lichtkraft dienen kleinere Linsen mit verhältnissmässig langer Brennweite.

Die speciellen Objective, welche besonders zur Aufnahme stehender Figuren dienen, sowie die für besonders flache Bildfläche hergestellten Objective (für „Promenadeformat“ etc.) haben den Hauptzweck Kopf, Hände und Füsse derselben scharf ohne Einführung kleiner Blenden zu zeigen. Zu diesem Zwecke ist das Bildfeld bedeutend beschränkt und die Zeichnung gegen den Rand hin weniger fein, als bei den gewöhnlichen Porträtlinsen, welche im Wesentlichen für Kniestücke etc. bestimmt sind. Deshalb sind die ersteren häufig so construirt, dass sie selbst durch Abblenden keine gute Schärfe über die ganze Fläche geben; deshalb eignet sich auch ein gewöhnliches Porträt-Objectiv besser zu Vergrösserungen[45]).

Für eine „ganze Platte“ braucht man ein Objectiv von 10 cm Durchmesser und 30 cm Brennweite; für die ganze Figur ist die Distanz von 6 m erforderlich. Für eine Bildgrösse $= 27 \times 35$ cm nimmt man gewöhnlich ein Porträt-Objectiv von 15 cm Oeffnung und 45 bis 60 cm Brennweite. Wegen der hohen Preise derartiger Porträtobjective mit so grossen Linsen, ist für viele Fälle die Anwendung von Euryscopen, Antiplaneten oder ähnlicher Constructionen vorzuziehen, besonders dann, wenn das Atelier ein kurzes ist; allerdings sind die beiden letzteren etwas lichtschwächer als erstere, aber dieser Unterschied kommt seit der Einführung des Bromsilbergelatine-Verfahrens weniger als früher in Betracht.

Da sie bei gleicher Leistungsfähigkeit viel billiger sind, als Porträtobjective Petzval'scher Construction, so bürgern sich erstere rasch ein.

Bei Aufnahmen im Freien können weniger lichtstarke Objective, wie Euryscope und selbst unter guten (!) Lichtverhältnissen gewöhnliche Aplanate dienen.

Bei der hohen Empfindlichkeit der Bromsilbergelatine ist es gegenwärtig möglich Porträt-Aufnahmen mit Linsen zu machen, welche man früher für wenig tauglich zu diesem Zwecke erklärte, so z. B. mit der einfachen Landschaftslinse (s. S. 210), dem Orthoscop etc.

Um grosse Bilder zu erzeugen, pflegt man Linsen von grossem Durchmesser zu nehmen. Ein derartiges direct in der Camera aufgenommenes Brustbild in Lebensgrösse war z. B. 1862 auf der Pariser Weltausstellung von Darlot ausgestellt[46]). Dies ist nicht immer practisch, weil grosse Objective schwierig herzustellen und kostspielig sind, weshalb seit Langem, z. B. von W. Ross in New-York 1857[47]) es als zweckmässiger erklärt wurde, mässig kleine Bilder durch directe Aufnahme herzustellen und dann zu vergrössern. (Vergl. S. 290.)

45) Phot. Wochenbl. 1882. S. 4, aus Brit. Journ. of Phot. 1881. S. 643.
46) H. W. Vogel, Die Photographie auf der Londoner Weltausstellung. 1863. S. 12.
47) Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1857. S. 439, aus „The Liverpool phot. Journal“.

B. Für Gruppen-Aufnahme.

Die Aufnahme von Gruppen verlangt ein Instrument von ziemlich gleicher Lichtstärke wie die Porträtapparate, aber von ausgedehnterem Gesichtswinkel und einer bedeutenden Tiefe. Von den gewöhnlichen Porträt-Doppelobjectiven (Petzval'scher Construction) sind für Gruppen-Aufnahmen nur Instrumente von grosser Oeffnung und langer Brennweite geeignet (vergl. S. 217). Sogenannte Schnellarbeiter entsprechen diesen Bedingungen nicht. Die Objective für Gruppen arbeiten etwas langsamer; hiezu sind Objective mit einer Oeffnung von 13 cm, einer Brennweite von 62 cm und Plattengrösse von 47×40 cm zu verwenden. Da die lange Brennweite derartiger Objective ein langes Atelier bedingt, so wählt man häufig das Orthoscop oder in neuerer Zeit insbesondere den Gruppen-Antiplanet, das Euryscop oder Rapid-Rectilinear, welche dieselbe Bildgrösse bei kürzerer Brennweite geben und wohlfeiler sind; bei gutem Licht, namentlich im Freien, sind sie lichtstark genug, selbst für das nasse Collodionverfahren.

C. Für Reproductionen.

Für die Reproduction von Zeichnungen, Plänen etc. ist der Aplanat, das Euryscop, Rectilinear, Triplet etc. sehr geeignet. Bei sehr grossem Format ist der Weitwinkel-Aplanat Steinheil's besonders zu empfehlen, namentlich dann, wenn man ein Umkehrungsprisma anbringen will. Dieses Instrument wurde zu diesem speciellen Zwecke zuerst im militärgeographischen Institut in Wien für grosse Pläne angewendet. Für gewöhnlich wählt der Photograph aber eines der drei erstgenannten, weil sie so lichtstark sind, dass sie auch (mit grösseren Blenden) zu Gruppen-Aufnahmen verwendet werden können. Wo ausschliesslich Karten reproducirt werden, zieht man den Weitwinkel-Aplanat vor. Gleichfalls gut arbeitend ist das Pantoscop, Triplet, die Kugellinse (s. C. X) und bei mässigen Anforderungen das Orthoscop.

D. Für Monumente.

Für grössere Architecturbilder ist eine correcte Zeichnung des Objectives unerlässlich.

Hierzu eignen sich die bei der Reproductions-Photographie sub C. erwähnten, correct zeichnenden Objective gut, sowie alle correct zeichnenden Landschafts-Objective. Man beachte, dass im Falle einer sehr kurzen Aufstelldistanz die Brennweite eine sehr kurze sein muss, und sog. Weitwinkellinsen (Weitwinkel-Aplanat etc.) in Anwendung kommen müssen.

E. Für Landschaften.

Um unter den zahlreichen Landschaftsobjectiven eine Wahl zu treffen, ist es nothwendig, über folgende Punkte im Klaren zu sein:

1) Die Grösse des Bildes.

2) Den Gesichtsfeldwinkel oder die Ausdehnung des Gegenstandes, welchen man umfassen will.

3) Die Natur des Bildes, ob es bloss Landschaft, Architectur oder beides ist.

Für gewöhnliche Landschaften sind die Weitwinkel-Doppelobjective nicht zu empfehlen, weil sie die Perspective scheinbar so übertreiben,

dass man die Gegend im Bilde oft kaum erkennt. Man wende also derartige Linsen in der Landschafts-Photographie etc. nur an, wo eine geringe Krümmung der Linien am Rande des Bildes störend ist, oder keine genügende Aufstelldistanz gegeben ist, oder Panoramen erhalten werden sollen.

Für Landschafts-Aufnahmen wird von den berühmtesten Landschafts-Photographen die einfache Linse empfohlen, weil sie sehr brillante Bilder gibt (s. S. 210) und deren Lichtkraft gross genug ist (grösser als bei manchen Weitwinkel-Doppelobjectiven), um selbst mit sehr kleiner Blende in einigen Secunden ein ausgearbeitetes Negativ auf Bromsilbergelatine zu geben. Sie arbeitet tiefer als ein abgeblendetes Porträtobjectiv. Der einzige Uebelstand ist eine geringe Krümmung der Linien, welche dann sichtbar wird, wenn durch gerade Linien begrenzte Objecte (z. B. Gebäude) am Rande des Bildes sich befinden; letzteres kann vermieden werden, wenn man die Gebäude in die Mitte des Bildes bringt. Insbesondere ist vor Allem Dallmeyer's einfache Landschaftslinse zu empfehlen (s. S. 214) und Dallmeyer selbst zieht sie seinen aplanatischen Doppelobjectiven zu besagtem Zwecke vor[48]). Für Architecturen etc. ist der Aplanat, das Rectilinear etc. vorzuziehen (s. S. 244).

Für Panoramen ist die gewöhnliche einfache Landschaftslinse (ausgenommen die Dallmeyer'sche einfache Weitwinkel-Linse) nicht so gut geeignet; hierzu dienen die Weitwinkel-Linsen, bes. der Steinheil'sche Weitwinkel-Landschaftsaplanat. Der Letztere ist auch dann anzuwenden, wenn man bei kurzer Aufstelldistanz auf eine Platte von gegebener Grösse ein ausgedehntes Bild der Landschaft erhalten will; dies ist durch die kurze Brennweite bedingt. Für den gewöhnlichen Bedarf ist der Landschaftsaplanat zu empfehlen, weil er lichtstärker als der vorige ist und nicht so viel von dem oft störenden Vordergrund das Bild bringt. Dagegen gibt es kein practischeres und billigeres Instrument als die einfache Linse, wenn es sich darum handelt, einen weit entfernten Gegenstand gross zu bekommen; andere Linsen von entsprechend langer Brennweite, welche einen Gegenstand eben so gross zeichnen, sind bedeutend kostspieliger.

Um ein und denselben Gegenstand auf der matten Scheibe verschieden gross zu bekommen, ohne dass man die Aufstellung des Apparates ändert, so ist es für den Landschafter räthlich, mit Linsen von verschiedener Brennweite sich zu versehen: Entweder mit mehreren einfachen Linsen von verschiedener Brennweite, oder mit einem Einsatz von Landschafts-Aplanaten (s. S. 233 und 266), oder mit einem „Universal-Instrument" (s. S. 257 und 261).

Für Landschafts-Aufnahmen mit bewegter Scene sind die sub F. erwähnten Objective zu wählen, oder auch bei gutem Lichte der Aplanat, das Euryscop, Rectilinear oder Orthoscop.

Will man mit Triplets, Kugellinsen, Pantoscopen im Freien arbeiten, so versuche man sie speciell, ob sie keinen Lichtfleck in der Mitte des Bildes geben, was mitunter der Fall ist.

F. Für Moment-Aufnahmen.

Für Momentaufnahmen von belebter Scene im Freien wird wohl meistens das Petzval'sche Porträt-Objectiv verwendet; es soll in diesem Falle (falls genügende Distanz zum Aufstellen des Apparates gegeben ist) mit grösseren

48) Bullet. de l'Assoc. Belge de Phot. Bd. 4, S. 132.

Objectiven (von 7 bis 8 cm Durchmesser) gearbeitet werden, weil diese Instrumente eben so lichtstark als kleinere sind, aber grössere Tiefe besitzen.

Leider ist der brauchbare Winkel, welchen die Porträtlinsen umfassen, gering; die Schärfe der Bilder nimmt gegen den Rand rasch ab.

Sehr geeignet sind hierzu die Steinheil'schen Gruppen-Antiplanete, sowie Euryscope oder Rapid-Rectilineare, da dieselben bei kurzer Brennweite ein über eine grosse Fläche hin scharfes, gleichmässig helles Bild geben. Die Lichtkraft ist trotzdem so gross, dass sie wenig hinter den Porträt-Objectiven zurücksteht und Momentaufnahmen auf Bromsilbergelatine-Platten mit Leichtigkeit (bei guter Beleuchtung, Sonnenschein) gemacht werden können, wie dies z. B. Obernetter in München wiederholt gezeigt hat. Da sie ein grösseres Bild schärfer und tiefer zeichnen, als das Petzval'sche Objectiv, so sind sie unter diesen Umständen sogar demselben vorzuziehen. Auch mit der Dallmeyer'schen einfachen Landschaftslinse können gute Momentbilder gemacht werden.

Für weniger geeignet zu diesem Zwecke hält der Verfasser die im „British Journal of Photography“ [49]) hierzu empfohlene alte einfache Landschaftslinse. Dieselbe gibt mit einer Blendenöffnung, welche gleich $^1/_{12}$ bis $^1/_{10}$ der Brennweite ist, gut gezeichnete Bilder; die Grösse der Bilder ist dann $^2/_3$ der Brennweite im Gevierte. Freilich geben diese Linsen niemals die haarscharfe Zeichnung der Antiplanete.

Als leitende Gesichtspunkte, bezüglich der Wahl der Objective zu Momentaufnahmen, sind zu erwähnen [50]): Momentbilder können nur mit Objectiven gemacht werden, bei welchen der Focus kurz ist. Es ist nicht practisch, grössere Momentbilder dadurch zu erzielen, dass man Objective von längerer Brennweite anwendet; viel passender ist es, mit einem verhältnissmässig kleinen Antiplanet (43 mm Oeffnung) die Momentaufnahme zu machen; ein kleines Bild kann selbst mit grosser Blendenöffnung noch scharf hergestellt werden. Das kleine Bild kann dann mittelst eines Porträt-Antiplaneten vergrössert werden.

49) Brit. Journ. of Phot. 1882. S. 119. Phot. Wochenbl. 1882. S. 85.
50) Stolze, Phot. Wochenbl. 1882. S. 85.

Viertes Heft:

Die photographische Camera und die Behelfe zur Exposition.

„Man muss die Camera obscura zum Gegenstande einer ganz besonderen Sorgfalt machen, weil diese den Eigenheiten des Objectives innig angepasst werden muss, wenn das Objectiv all' das Vorzügliche leisten soll, was die Theorie hineingelegt hat, und weil diese Eigenheiten Niemandem so gut bekannt sein können als dem Erfinder selbst."

J. Petzval.

(Sitzungsberichte der kais. Academie der Wissenschaften in Wien. 1857. Bd. 26, S. 65.)

„Populär gesprochen ist photographische Augenblicklichkeit ein eben so dehnbarer Begriff, wie die Ausdrücke lang und kurz."

Th. Skaife.

(Instantaneous Photography and manipulation of the Pistolgraph. Greenwich 1860.)

ZWÖLFTES CAPITEL.

BERECHNUNG DER EXPOSITIONSZEIT AUS DER QUALITÄT DES OBJECTIVES UND DES GEGENSTANDES.

Die Dauer der Expositionszeit in der Photographie, d. h. die Zeit, während welcher das Licht auf die empfindliche Oberfläche wirken muss, ist zahlreichen Schwankungen unterworfen, welche durch verschiedene Ursachen bedingt sind.

Man kann diese Ursachen in drei Hauptklassen eintheilen, nämlich in optische, chemische und physische. Wir wollen selbe der Reihe nach in's Auge fassen:

I. Einfluss des photographischen Objectives.

a) Die Aufnahmezeit ist proportional dem Quadrat der Brennweite des Objectives, abgesehen vom Durchmesser desselben (s. S. 300 Heft III). Daraus folgt, dass ein Objectiv, dessen Brennweite zwei-, drei- oder viermal grösser ist, als die eines anderen von gleicher Oeffnung, eine vier-, neun-, sechsehnmal längere Exposition erfordert.

b) Die Expositionszeit ist verkehrt proportional dem Quadrat des Durchmessers der Oeffnung des Objectives. Dieses Gesetz regelt die Variationen der Expositionszeit bei der Anwendung verschiedener Blenden, d. h. wenn eine Linse mit einem Centimeter Durchmesser in 8 Minuten ein Bild gibt, so braucht man nur $^1/_4$ der Zeit (also 2 Minuten), wenn die Blende den doppelten Durchmesser, und den neunten Theil, wenn die Blende den dreifachen Durchmesser hat.

Durch Brennweite und Oeffnung wird also die Lichtkraft des Objectives und dadurch die Expositionszeit bestimmt. Die einem Objectiv entsprechende Expositionszeit wird ausgedrückt durch den Werth $Z = \frac{F^2}{D^2}$, d. h. das Quadrat der Brennweite (F) dividirt durch das Quadrat des Durchmessers der Linsenöffnung (resp. Blenden-Oeffnung) (D).

Man kann auf diese Weise leicht für ein Objectiv mit verschieden grossen Blenden die correspondirenden Expositionszeiten ausrechnen oder Tabellen für verschiedene Objective mit den dazu gehörigen Blenden angeben.

Z. B. ist die Expositionszeit (Z) für zwei Objective von

A) 120 mm Brennweite und 14 mm wirksamer Oeffnung,

B) 220 „ „ „ 18 „ „ „

in folgender Weise nach der obigen Formel zu rechnen:

$$\text{für A. ist } Z = \frac{120 \times 120}{14 \times 14} = 73{,}46, \text{ rund } 74,$$

$$\text{für B. ist } Z = \frac{220 \times 220}{18 \times 18} = 149{,}38, \text{ rund } 150.$$

Man muss also unter den angegebenen Verhältnissen mit dem Objectiv A. nur 74 Secunden belichten, mit B. aber 150 Secunden, das ist also ungefähr doppelt so lange.

c) Die Zeit der Aufnahme ist verschieden je nach der Farbe der Gläser des Objectives, ihrer Zusammensetzung und Politur. Ausserdem ist es nicht einerlei, ob die beiden Linsen des achromatischen Objectives mit Canadabalsam verkittet sind, oder wenn sie bloss aneinander gelegt sind, weil das Licht im ersten Falle weniger Verlust erleidet, als im letzten. Aus diesem Grunde zeigen ganz analog construirte Objective oft eine verschiedene photographische Lichtkraft, welche von der berechneten bedeutend abweicht. Deshalb genügt es bei genaueren Arbeiten niemals, sich ganz auf die berechnete Exposition zu verlassen. (Vergl. Heft III S. 206.)

II. Einfluss der Grösse des aufzunehmenden Gegenstandes.

Die Aufnahmezeit wechselt mit der Beleuchtung und Grösse des aufzunehmenden Gegenstandes.

Eine grosse, gut beleuchtete Landschaft lässt sich viel rascher aufnehmen, als ein von zerstreutem Licht erhellter Gegenstand, den man in natürlicher Grösse wiedergeben will. Noch länger muss exponirt werden, wenn der Gegenstand vergrössert photographirt werden soll.

Ein sehr weit entferntes Object gibt ein Bild auf der matten Scheibe, welches mit dem wahren Brennpunkte zusammenfällt. In diesem Falle ist die Expositionszeit die kürzeste. Wird ein weit entferntes Panorama aufgenommen, so braucht man nur die Hälfte der Zeit zu exponiren, als für eine Landschaft mit Vordergrund. Wenn man aber ein Object in natürlicher Grösse aufnimmt, so ist das Bild auf der matten Scheibe vom Objectiv doppelt so weit entfernt als der wahre Brennpunkt. Im letzteren Falle wird man unter sonst gleichen Umständen bedeutend länger exponiren müssen als bei weiter Distanz des Objectes.

III. Einfluss der Farbe und Beleuchtung des aufzunehmenden Gegenstandes.

Die Farbe und Beleuchtung des aufzunehmenden Gegenstandes übt begreiflicher Weise einen enormen Einfluss auf die Dauer der Exposition aus. Dies gilt z. B. für Reproduction von Zeichnungen auf weissem oder schwach gelblichem Papier etc. etc. und hier entscheidet nur der practische Versuch. (Vergl. Heft III S. 60.)

Für die Aufnahme von Landschaften, Ansichten etc. hat man aber Tabellen angegeben, welche nicht zu unterschätzende Anhaltspunkte bieten.

Am vollständigsten ist Burton's Tabelle, welche die Expositionszeiten für hochempfindliche Gelatine-Emulsionsplatten und verschiedene Blenden des Objectivs gibt. In der ersten Columne ist das Verhältniss des jeweiligen Blendendurchmessers zur Brennweite gegeben, z. B. $\frac{f}{4}$ heisst, der Blendendurchmesser ist gleich dem vierten Theil der Brennweite. Unter „See und Himmel“ ist ein offenes Seestück mit nur vereinzelten Gegenständen, wie

Schiffe, verstanden, die dann fast nur als dunkle Silhouetten erscheinen. — Bei „offenen Landschaften“ ist freier Vordergrund, Häuser etwa im Mittelgrunde und Bäume nur im Hintergrunde gedacht[1]).

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Blendendurchmesser in Theilen der Brennweiten.	See u. Himmel.	Offene Landschaft.	Landschaft mit dichtem Baumschlag im Vordergrunde.	Unter Bäumen bis zu	Helle Interieurs von	Dunkle Interieurs bis	Porträte in hellem diffusem Licht im Freien.	Porträte bei gutem Atelierlicht.	Porträte im Zimmer.
	Sec.	Sec.	Sec.	Min. Sec.	Min. Sec.	St. Min.	Sec.	Min. Sec.	Min. Sec.
$\frac{f}{4}$	$^1/_{160}$	$^1/_{50}$	$^1/_8$	— 10	— 10	— 2	$^1/_6$	— 1	— 4
$\frac{f}{5{,}657}$	$^1/_{80}$	$^1/_{25}$	$^1/_4$	— 20	— 20	— 4	$^1/_3$	— 2	— 8
$\frac{f}{8}$	$^1/_{40}$	$^1/_{12}$	$^1/_2$	— 40	— 40	— 8	$^2/_3$	— 4	— 16
$\frac{f}{11{,}314}$	$^1/_{20}$	$^1/_6$	1	1 20	1 20	— 16	$1^1/_3$	— 8	— 32
$\frac{f}{16}$	$^1/_{10}$	$^1/_3$	2	2 40	2 40	— 32	$2^2/_3$	— 16	1 4
$\frac{f}{22{,}627}$	$^1/_5$	$^2/_3$	4	5 20	5 20	1 4	$5^1/_3$	— 32	2 8
$\frac{f}{32}$	$^2/_5$	$1^1/_3$	8	10 40	10 40	2 8	$10^1/_2$	1 4	4 15
$\frac{f}{45{,}255}$	$^4/_5$	$2^2/_3$	16	21 —	21 —	4 15	21	2 8	8 30
$\frac{f}{64}$	$1^1/_2$	$5^1/_2$	32	42 —	42 —	8 30	42	4 16	17 —

Folgende von Darval zusammengestellte Tabelle[2]) für die Expositionszeiten kann hier angeführt werden:

Bezeichnung des Gegenstandes.	Sonne		Zerstreutes Licht		Trübes Wetter.
	Tagüber.	Morgen Abend.	Tagüber.	Morgen Abend.	
Panoramische Ansicht	1	2	2	4	6
Wie vor, jedoch mit grossen Laubmassen	2	4	4	8	12
Aussicht mit Vordergrund und hellen Gebäuden	2	4	4	8	12
Ansicht mit Vordergrund und dunklen Gebäuden	3	6	6	12	18
Waldpartien, schlechte beschattete Flussufer	10	20	25	40	60
Lebende Objecte, Porträte und Gruppen im Freien	4	8	12	24	40
Wie vor, jedoch nahe einem Fenster oder unter einem Dach	8	16	24	48	80
Reproduction in gleicher Grösse und Vergrösserungen von Photographien, Stichen etc.	6	12	12	24	50

Anmerkung. Tagsüber rechnet man im Sommer von 9 bis 4 Uhr, im Winter von 11 bis 2 Uhr. Es ist anzurathen, im Sommer nicht nach 6 Uhr, im Winter nicht nach 4 Uhr zu arbeiten, wegen der nöthig werdenden langen Expositionszeit.

1) Brit. Journ. of Phot. 1882. S. 529. Phot. Wochenbl. 1882. S. 317.
2) Clément, Méthode pratique pour déterminer le temps de pose. 1880. S. 41.

Beck gibt für Aufnahmen in den Alpen folgende Tabelle für die Expositionszeiten:

	Expositionszeit
a) Firnlandschaft in voller Beleuchtung	1
b) Firn und Fels auf grössere Distanz in voller Beleuchtung	2
c) Fels und Clubhütten in der Nähe, in voller Beleuchtung	4
d) Dasselbe, wenig Licht	8
e) Dasselbe, ohne Licht (d. i. sehr schlechtes)	15
f) Dasselbe, ohne Licht, Morgens und Abends	25

Humbert de Molard und Aubrée gaben 1851 eine Tabelle über die Expositionszeit für Jodsilberpapier mit Gallus-Entwickler[3]). Sie exponirten

für Ansichten, Landschaften etc. in der Sonne . .	1—2 Sec.	
„ „ „ „ im Schatten . .	4—5 „	
„ Porträte im Schatten	15, 20, 25 „	u. mehr
„ „ im Innern eines Zimmers	50—60 „	

Namentlich bei Landschaften sind die Unterschiede in der Expositionszeit sehr bedeutend. Dunkle enge Schluchten, versteckte Wasserfälle, dicht belaubte Waldpartien, wohin das Tageslicht nur spärlich durch die Lücken dringt, müssen sehr lange, oft 5 bis 10 Minuten (nasses Verfahren) und mehr exponirt werden. Den schroffsten Gegensatz zu diesen Aufnahmen in Bezug auf Expositionszeit bilden grell beleuchtete Felspartien aus hellem Stein, welche man trotz kleiner Blendung manchmal fast momentan aufnehmen kann. Die übrigen Landschaften erfordern eine, je nach der Beleuchtung, je nach der Entfernung des Hauptobjectes vom Apparat, je nach der Klarheit der Luft und der Natur des Baumschlages verschiedene Exposition, welche übrigens bei gleichbleibendem Lichte nicht gerade übermässig variirt[4]).

Vogel brauchte zu seinen Landschaftsaufnahmen in den Karpathen 20 Secunden, um eine freie Landschaft (auf nassen Platten) oberhalb des engen Thales aufzunehmen, dagegen kurz darauf zur Aufnahme des in dem tiefen Thale unter Bäumen gelegenen Wasserfalles 2 Minuten, unter ziemlich dichtem Laubdach sogar 5 Minuten[5]).

Zur Bemessung von längerer Exposition, sowie anderer Operationen bedient man sich hier und da der Sanduhr, welche schon zur Blüthezeit der Daguerreotypie benutzt worden war[6]).

Die Bestimmung der Expositionszeit für Moment-Aufnahmen sind insbesondere von der Bewegung des Gegenstandes abhängig. (Ueber die Wahl des Objectives s. Heft III, S. 313.)

Wiewohl in Folge der allgemeinen Einführung der Emulsionsplatten Momentaufnahmen immer häufiger gemacht werden, geschieht dies doch oft mit so wenig Berücksichtigung der Umstände, dass dabei das Bestmögliche nicht erzielt wird. Wenn man nämlich scharfe Bilder erhalten will, so muss die Schnelligkeit des Momentverschlusses durchaus von der Art sein, dass sie eine zu grosse Bewegung der Objecte während der Exposition ausschliesst. Wollte man beispielsweise ein Schiff aufnehmen, welches sich parallel der Platte mit einer Geschwindigkeit von 18000 m in der Stunde

3) La Lumière. 1851. Bd. 1, S. 39.
4) Remelé, Handbuch der Landschaftsphotographie. 1869. S. 86.
5) Phot. Notiz. 1881. S. 92.
6) Daguerrian Journ. 1851. Bd. 1, S. 111.

in einer Entfernung vorüberbewegte, welche 1500 mal so gross wäre, als die Brennweite des Objectivs, so würde man, da es sich in der Secunde 5 m vorwärts bewegt, wenn man eine volle Secunde exponirte, eine Verschiebung von $^5/_{1500}$ m = $^1/_{300}$ m = 0,0033 m = 3,333 mm auf der Platte haben; da nun aber die Unschärfe nicht wohl mehr als höchstens 0,15 mm betragen darf, so würde man nicht länger als etwa $^1/_{25}$ Secunde exponiren dürfen. Ebenso ist es aber auch unzweifelhaft, dass eine Exposition, die kürzer gegriffen wäre, als es aus dem eben angegebenen Grunde nöthig ist, oft nur schädlich auf die Qualität des Bildes wirken könnte, indem dasselbe entweder nicht vollkommen ausexponirt, oder wegen Anwendung einer zu grossen Blende nicht scharf genug wäre. Man sollte also diese Umstände wohl in Betracht ziehen. Die Rücksichten, die bei Aufnahme von Momentbildern zu beobachten sind, entsprechen in vielen Beziehungen denen, welche bei den Ballonaufnahmen massgebend waren. So ist auch hier eine Bewegung senkrecht zur optischen Axe am schädlichsten, in der Richtung des Objectivs aber verhältnissmässig unerheblich. Vielleicht kann für Viele eine kleine Tabelle von Nutzen sein, die angiebt, welches Expositionsdauer bei gewissen Geschwindigkeiten und gewissen Abständen sein muss. Wir lassen daher eine solche auf Seite 320 folgen, für eine Maximalunschärfe von 0,1 mm [7]).

Die Benutzung dieser Tabelle ist sehr einfach: man sucht in der obersten horizontalen Spalte die Geschwindigkeit des bewegten Objects in Metern, in der ersten verticalen Columne die Zahl, welche angibt, wie viel mal die Brennweite des Objectivs in der Entfernung des Objects enthalten ist, und findet, indem man die zu ersterer gehörige verticale und die zur zweiten gehörige horizontale Spalte verfolgt, die Zeit in Secunden ausgedrückt, welche eine Exposition dauern darf, damit die durch die Bewegung erzeugte Unschärfe 0,1 mm nicht übersteigt. Dabei ist zu bemerken, dass, wie man sogleich sieht, die unter 1,0, 2,0 und 3,0 stehenden Zahlen sich von den unter 0,1, 0,2 und 0,3 stehenden einzig dadurch unterscheiden, dass sie nur ein Zehntel davon sind. Deshalb sind sie für 4,0, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0, 9,0 nicht noch besonders hingeschrieben worden, da sie sich aus den schon in der Tabelle für 0,4 bis 0,9 stehenden dadurch ergeben, dass man sie durch 10 dividirt, wobei man indessen keine Erhöhung der letzten Ziffer vornehmen darf, da es sich um Grenzwerthe handelt.

Es ist nun sehr interessant, für gewisse Bewegungsvorgänge zu sehen, in welcher Entfernung sie mindestens stattfinden müssen, um mit einem Momentverschluss von $^1/_{100}$ Secunde Exposition noch Bilder von höchstens 0,1 mm Unschärfe zu ergeben. Ein Schiff habe beispielsweise eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 5,5 m; man sucht in der verticalen Spalte, die unter 5,5 steht, und findet, da man hier die Zahl 0,01 als Expositionszeit in Secunden wählen muss, damit ein solches parallel der Platte vorüberfahrendes Schiff noch scharf erscheinen würde, wenn es 600 mal so weit entfernt wäre, als die Brennweite des Objectivs beträgt. Es versteht sich von selbst, dass für einen schnelleren Momentverschluss sich alle Distanzen entsprechend vermindern. — Ein scharf trabendes Pferd legt eine Strecke von 7000 m durchschnittlich in 40 Minuten zurück, hat also eine Geschwindigkeit von ca. 3 m in der Secunde. Sucht man nun unter der mit 3 überschriebenen Columne, so findet man für die Zahl 0,01 die entsprechende Ziffer der ersten Columne 300, d. h. das Pferd muss 300 mal weiter entfernt sein, als die

7) Phot. News. 1881. S. 529. Phot. Wochenbl. 1881. S. 386.

Entfernung des Objects. f = 1.	Geschwindigkeit des bewegten Objects in Metern.																				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5
50	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100	0,1	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
200	0,2	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
300	0,3	0,15	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
400	0,4	0,20	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
500	0,5	0,25	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
600	0,6	0,30	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
700	0,7	0,35	0,23	0,17	0,14	0,11	0,10	0,08	0,07	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
800	0,8	0,40	0,26	0,20	0,16	0,13	0,11	0,10	0,08	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
900	0,9	0,45	0,30	0,22	0,18	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
1000	1,0	0,50	0,33	0,25	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1100	1,1	0,55	0,37	0,27	0,22	0,18	0,15	0,13	0,12	0,11	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
1200	1,2	0,60	0,40	0,30	0,24	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,08	0,06	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
1300	1,3	0,65	0,43	0,32	0,26	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
1400	1,4	0,70	0,47	0,35	0,28	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,09	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
1500	1,5	0,75	0,50	3,37	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01

Brennweite des Objectivs ist; ein Mensch von 1,75 m Grösse würde also auf der Platte hierbei 2,8 mm gross erscheinen. — Ein Mensch geht durchschnittlich mit einer Geschwindigkeit von 1,3 m; aus der Tabelle sieht man sogleich, dass er in einer Entfernung von etwas mehr als der hundertfachen Brennweite bei 0,01 Secunden Exposition noch scharf erscheinen wird. Der Mensch wird dabei auf der Platte die Grösse von 13,5 mm haben. Diese Betrachtung ist nun auch noch in anderer Beziehung sehr interessant. Sie zeigt nämlich, dass die Grösse des bewegten Objects auf der Platte ganz unabhängig ist von der Brennweite des verwendeten Objectivs, immer natürlich vorausgesetzt, dass man den gleichen Grad der Schärfe anstrebt. Dies ist also der Grund, weshalb es so unmöglich ist, Momentaufnahmen in grossem Massstabe herzustellen. Verwendet man, was ja nicht ausgeschlossen ist, ein grösseres Objectiv, so muss man, um die Bewegungsunschärfe genügend zur educiren, so viel weiter zurückgehen, um das Bild des Objects nun doch auf jene geringe Grösse zurückzuführen. — Dass wir die obige Tabelle für eine Maximalunschärfe von 0,1 mm aufgestellt haben, wiewohl noch eine Unschärfe von 0,2 mm allenfalls, wenn nicht durchgehend, zulässig ist, hat seinen Grund darin, dass man immer nur die Geschwindigkeit des Gesammtobjects in Rechnung zu ziehen pflegt, dass aber einzelne Theile desselben, wie die Räder der Wagen, die Beine der Thiere u. s. w. sich durchschnittlich mit der doppelten Geschwindigkeit bewegen. Sie werden also, wenn man nach obiger Tabelle arbeitet, eine Unschärfe von 0,2 mm, die Gesammtobjecte aber von 0,1 mm zeigen.

IV. Einfluss der Tages- und Jahreszeit.

In wiefern die Stunde des Tages, die Jahreszeit, die Witterung die Expositionszeit beeinflussen würde, ist im 1. Heft VI. Cap. dieses Werkes eingehend erörtert.

V.

Ueber Moment-Verschlüsse s. Cap. XIII.

DREIZEHNTES CAPITEL.

DER VERSCHLUSS DES OBJECTIVES FÜR LÄNGERE ODER MOMENTANE AUFNAHMEN.

Für gewöhnlich ist das Objectiv durch einen übergreifenden Deckel aus Metall oder mit Leder überzogenem Carton, welcher innen mit Sammt oder Tuch belegt ist, verschlossen (Fig. 170[1]). Derselbe soll nicht zu fest an der Objectivfassung sitzen, damit beim Abnehmen der Apparat nicht erschüttert wird, was Unschärfe des Bildes zur Folge hätte.

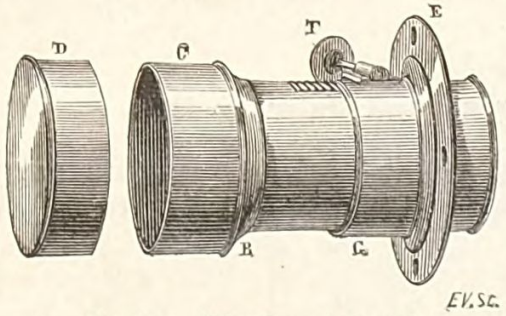


Fig. 170. Objectiv mit Deckel.

Für gewisse Zwecke wurden eigene Objectiv-Verschlüsse construirt. Z. B. für Porträt-Aufnahmen, damit der Sitzende durch die Bewegungen beim Abnehmen des Deckels nicht beunruhigt wird; für kurze Expositionen, bei welchen der oben beschriebene Vorgang zu schwerfällig ist etc.

I. Objectiv-Verschlüsse für Porträt-Aufnahmen im Atelier.

Häufig wird vor dem Objectiv auch eine Klappe angebracht, welche entweder unmittelbar mit der Hand oder mittelst einer mechanischen (pneumatischen, electrischen etc.) Vorrichtung geöffnet und geschlossen werden kann.

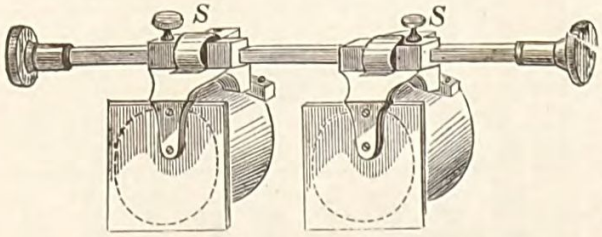


Fig. 171. Klappen-Verschluss.

Fig. 171 zeigt einen mittelst Klappen verschlossenen Stereoscop-Apparat. Die Klappen werden durch Drehen der Axe mit der Hand geöffnet und geschlossen; sie können durch Anziehen der Schraube *S* offen erhalten werden. Fig. 173 zeigt einen ähnlichen Apparat.

Der Verschluss wird mittelst eines Holzkästchen *CR* (Fig. 172) an der Objectivfassung befestigt. Fig. 173 veranschaulicht, wie die Klappe *OR*

1) Ein solcher Verschluss-Deckel ist im 3. Heft S. 212 Fig. 87 und S. 247 Fig. 106 abgebildet.

bei *bb* geöffnet wird. Fig. 172 zeigt den an der Camera befestigten Apparat.

Die einfache, mit der Hand zu bewegende Klappe wendeten auch Murray und Heath an und brachten sie entweder unmittelbar vor der Linse (Fig. 174) oder an einem vorgesetzten Kasten *BB* (Fig. 174 *BCD*). Samuel Fry verlegte die Klappe hinter die Linse in's Innere der Camera (Fig. 174 A^2).

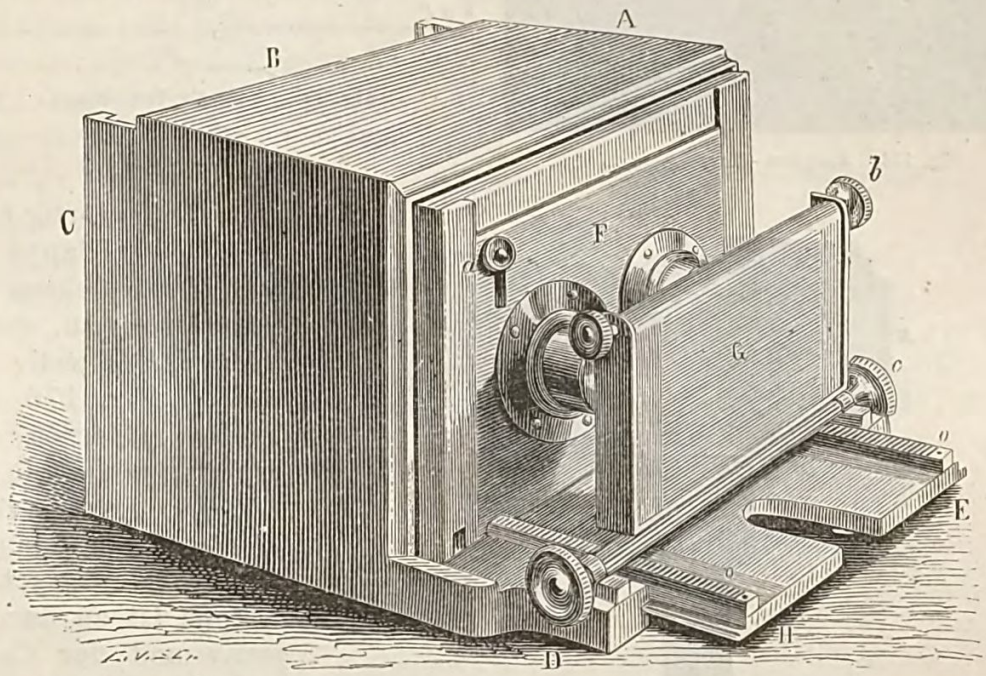


Fig. 172. Stereoscop-Camera mit Momentan-Verschluss.

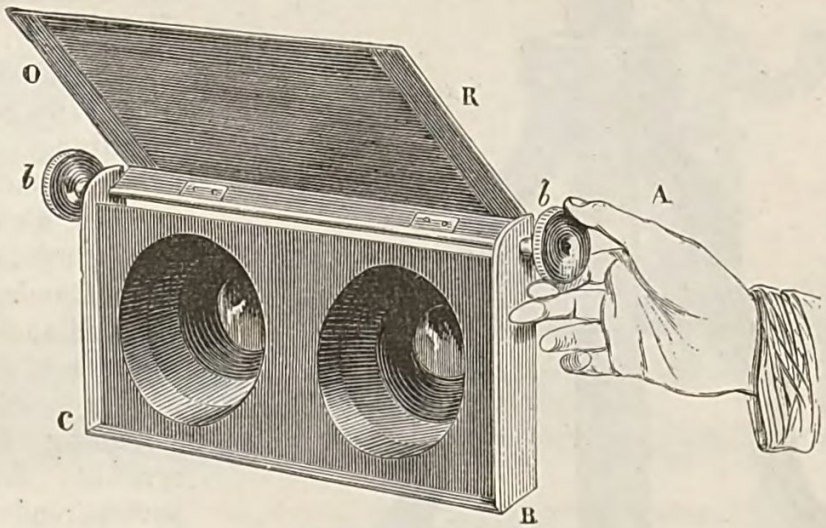


Fig. 173. Momentan-Verschluss.

Primitiv war Penny's Verschluss, welcher aus zwei Platten besteht. Die Platte A_2 konnte durch den Hebel rasch gehoben und gesenkt werden. Durch Gummischnüre, welche bei A_1, A_2 oder C befestigt waren, wurde die Bewegung beschleunigt [3]).

2) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. S. 171, aus Brit. Journ. Phot. Bd. 8, S. 104.

3) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. S. 119. Phot. News. Bd. 5, S. 321.

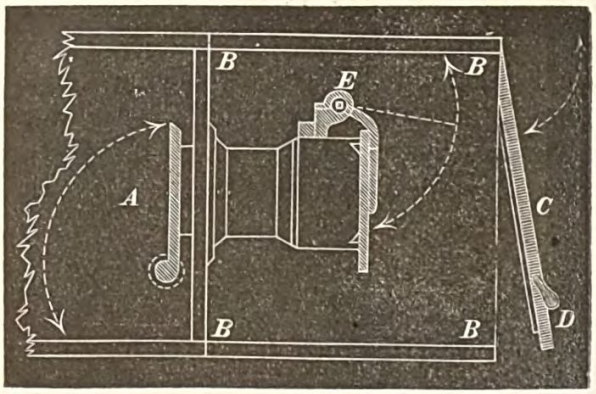


Fig. 174. Klappen-Verschluss.

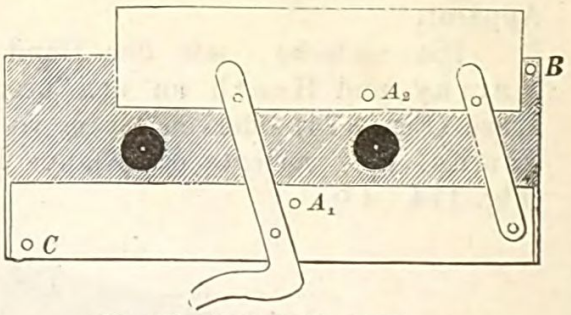


Fig. 175. Penny's Verschluss.

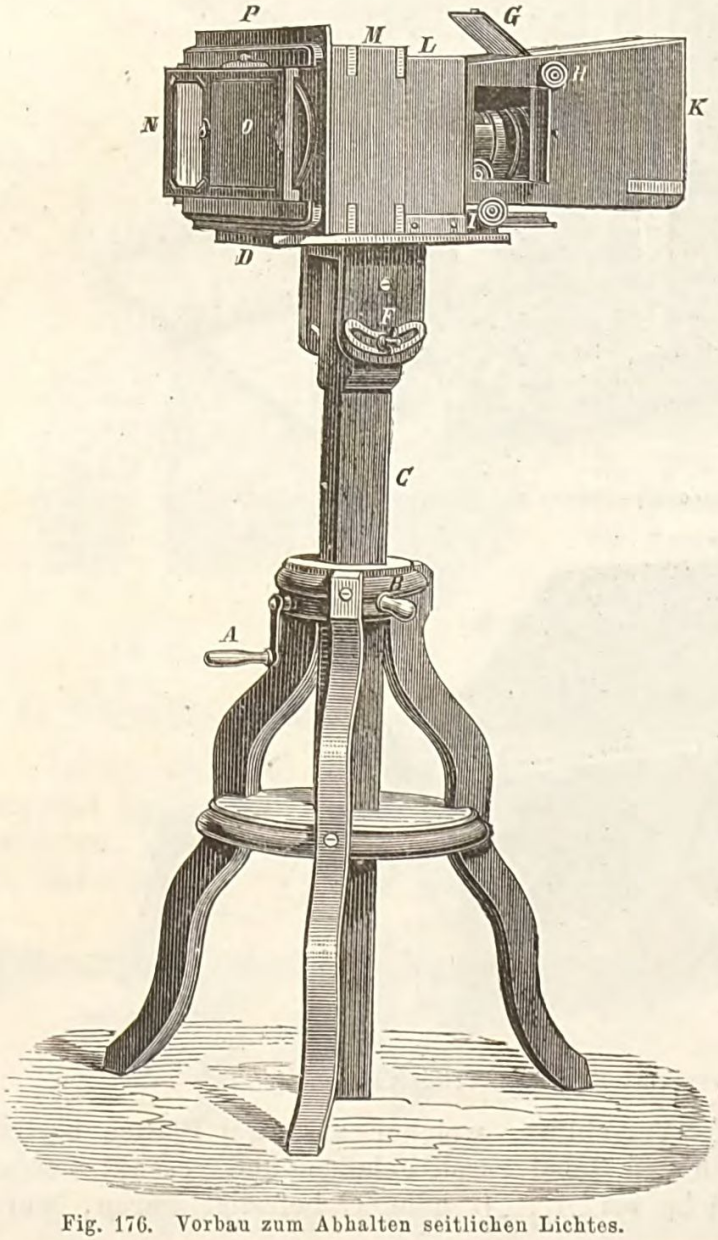


Fig. 176. Vorbau zum Abhalten seitlichen Lichtes.

Gegenwärtig bringt man die Klappe mit Vorliebe in einem kleinen Kasten an, welcher über das Objectiv vorsteht. Fig. 176 zeigt einen modernen Verschluss, wie er in Porträt-Ateliers gebräuchlich ist. Der Kasten *K* mit der Verschluss-Klappe ist an dem Objectiv und der Camera befestigt. Fig. 177 zeigt den Verschluss für sich allein [4]).

Der Vorbau *K* (Fig. 176) bezweckt die Abhaltung alles seitlichen fremden Lichtes, welches nicht von dem zu photographirenden Gegenstande kommt und die Brillanz des Bildes beeinträchtigen könnte. Ferner wird die Ausgleichung des Lichtes erreicht; denn die zu porträtirende Figur ist an den Füssen immer schwächer als am Kopf beleuchtet. — Wird die Klappe *AB* (Fig. 177) geöffnet, so tritt zuerst

4) Aus Monckhoven's Traité général de Photographie. 1880. S. 146. In obiger Figur dient die Klappe *G* dazu, um Blenden in das Objectiv einsetzen zu können; während der Exposition ist sie geschlossen. Die weitere Erklärung der Figur s. Cap. XIV Abschnitt V.

das Licht in der Richtung *RLO* durch die Linse in die Camera, d. i. von den unteren Partien der Person, und erst später wird der Kopf sichtbar. Je langsamer man öffnet, desto stärker tritt diese Wirkung hervor (analog den Lichtblenden bei Landschafts-Photographien siehe Heft III, S. 275).

Um aus einiger Entfernung das Oeffnen und Schliessen des Objectives ohne Erschütterung der Camera besorgen zu können, können pneumatische oder electrische Apparate dienen.

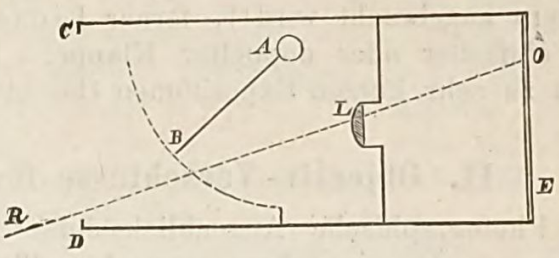


Fig. 177. Vorbau mit Verschlussklappen.

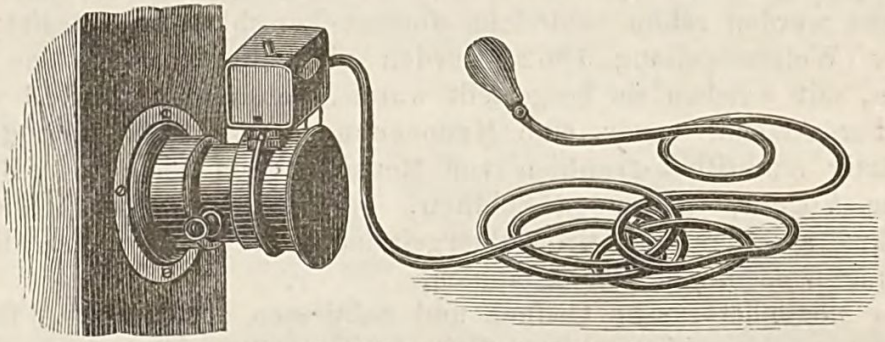


Fig. 178. Cadett's pneumatischer Verschluss

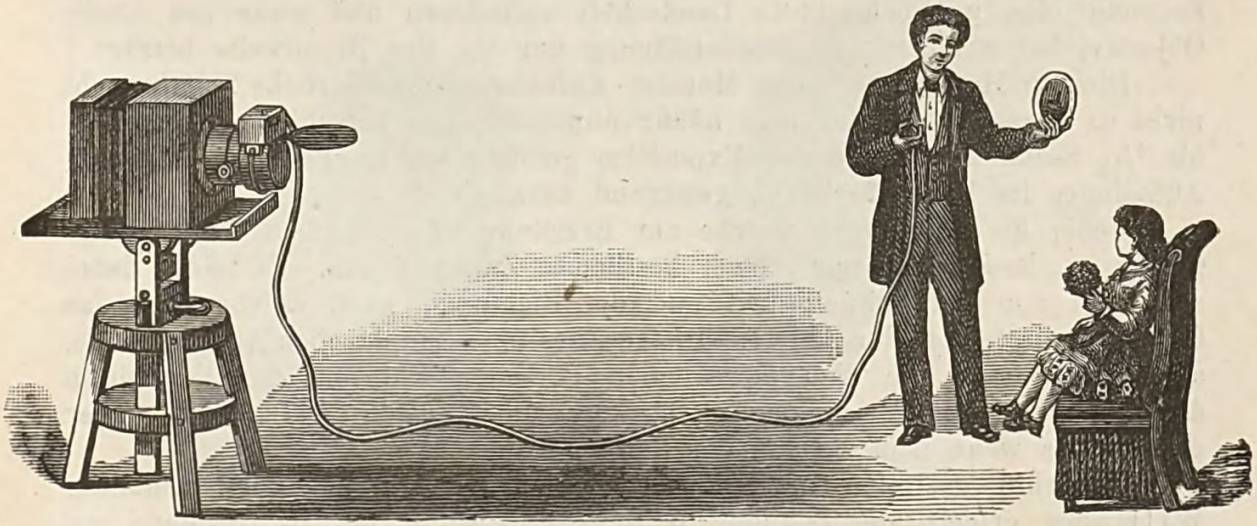


Fig. 179. Cadett's pneumatischer Verschluss.

Sehr beliebt ist der Cadett'sche Verschluss[5]). Derselbe besteht aus einer kleinen Holzbüchse, welche mittelst eines Kautschukringes an das Objectiv angepasst ist. Daran ist die Klappe befestigt (Fig. 178 und 179); dieselbe wird durch einen Druck auf einen Kautschukballon geöffnet. Da der Kautschukschlauch, welcher den Ballon und den Verschluss verbindet, beliebig lang gewählt werden kann, so ist es möglich, in grosser Entfern-

5) Phot. Mitth. 1878. Bd. 15, S. 159; Bd. 17, S. 290.

ung vom Objectiv dieses zu öffnen und zu schliessen und dabei sich ganz der zu porträtirenden Person zu widmen.

Der Cadett'sche pneumatische Verschluss kommt in den Handel. Aehnlich wirkt der Grundner'sche Verschluss, welcher im Innern der Camera angebracht wird[6]), ferner Liesegang's pneumatische Verschlüsse mit einfacher oder doppelter Klappe. Diese Objectiv-Verschlüsse können auch zu sehr kurzen Expositionen (bis etwa $^1/_3$ Secunde) verwendet werden.

II. Objectiv-Verschlüsse für Moment-Aufnahmen.

Photographische Augenblicksbilder oder Moment-Aufnahmen wurden schon vor dreissig Jahren gemacht. Talbot gab 1851 in seiner Patent-Beschreibung zum Amphitypprocesse an, er könne Gegenstände in „rapid motion" photographiren[7]). Nach der Entdeckung des nassen Collodion-Verfahrens wurden schon zahlreiche Moment-Verschlüsse construirt; auf der Londoner Weltausstellung 1862 wurden vielfache Momentbilder und die Apparate, mit welchen sie hergestellt waren, gebracht und 1866 wurde im Woolwicher Arsenal sogar eine Kanonenkugel im Fluge photographirt[8]). Gegenwärtig sind Photographien von Menschen und Thieren in Bewegung, fliegenden Vögeln, fahrenden Schiffen, brandenden Wogen keine Seltenheit mehr; aber erst das Bromsilbergelatine-Verfahren erlaubte die leichte Ausführung momentaner Photographien.

Dies möglichst rasche Oeffnen und Schliessen des Objectivs für Augenblicksbilder gewinnt in neuester Zeit durch die Einführung des Gelatine-Emulsions-Verfahrens immer mehr und mehr Bedeutung. Man kann heute mit den gewöhnlichen Gelatineplatten des Handels in einem Bruchtheil einer Secunde eine gut beleuchtete Landschaft aufnehmen und zwar mit einem Objectiv, bei welchem die Blendenöffnung nur $^1/_{15}$ der Brennweite beträgt.

Die zur Herstellung guter Moment-Aufnahmen erforderliche Zeit braucht nicht so kurz zu sein, als man häufig annimmt. Ein Verschluss, welcher $^1/_4$ bis $^1/_{20}$ Secunde während der Exposition geöffnet ist, erscheint für Moment-Aufnahmen im Landschaftsfach genügend kurz.

Ueber die Zeitdauer, welche zur Erzielung von „Moment-Aufnahmen" nöthig ist, lassen sich nur schwer bestimmte Zahlen geben. Es hängt dabei sehr viel von der Schnelligkeit und der Richtung, nach welcher sich das Object bewegt, von der Aufstell-Distanz des photographischen Apparates etc. ab. Lässt man die sich bewegenden Personen während der Exposition direct auf den Apparat zukommen, so kann die „Moment-Aufnahme" länger dauern, als wenn man sie von der Seite nimmt.

Immerhin gestatten nachfolgende Zahlen einen genügenden Einblick. Williams erhielt von Schiffen in Bewegung selbst bei $^1/_{10}$ Secunde ein gutes Bild, und ein Verschluss-Apparat, welcher eine Exposition von $^1/_4$ bis $^1/_{20}$ Secunde erlaubt, wird befriedigend für Landschafts-Moment-Aufnahmen sein. $^1/_{20}$ Secunde ist ohnedies die kürzeste Zeit, in welcher unter normalen Umständen gut beleuchtete Landschaften mit den besten Gelatineplatten aufgenommen werden können, wenn man nicht zu Porträt-Objectiven greift, welche aber für Landschaften nicht gern benützt werden[9]).

6) Phot. Mitth. 1878. Bd. 15, S. 296.
7) Abridgments of Specifications relating to Photography. 1861. S. 14.
8) Phot. Arch. 1866. S. 338.
9) Phot. News. 1881. S. 517.

Für ganz kurze Exposition nimmt man Porträt-Objective und kürzt die Zeit auf $^1/_{50}$ bis $^1/_{200}$ Secunden ab. Silhouetten können in weniger als $^1/_{1000}$ Secunde aufgenommen werden.

Wird ein in Bewegung befindliches Object „momentan“ aufgenommen, so erscheint dessen Bild niemals absolut scharf, d. h. es ist eine mehr oder weniger geringe Bewegung auf der Platte nachweisbar. Ist die Verschiebung sehr gering, so ist die Verbreitung einer sich bewegenden Linie selbst dem schärfsten Auge nicht mehr ersichtlich (vergl S. 318). Die zulässige Grenze der Verschiebung mag bei ungefähr 0,1 mm liegen[10]), d. h. eine Verschiebung, die geringer als 0,1 mm ist, erscheint beim Betrachten des Bildes mit blossem Auge nicht störend (wohl aber bei der Vergrösserung).

Bewegt sich z. B. ein Schiff quer vor dem Apparat vorbei in einer Distanz von der 1500fachen Brennweite des Objectives mit einer Geschwindigkeit von 15 km in der Stunde, so ist die Bewegung 4 m in der Secunde. Die längste Exposition muss so gewählt sein, dass die Bewegung auf der Platte 0,1 mm nicht übersteigt, d. i. etwa $^1/_{20}$ Secunde[11]).

Die Anforderungen, welche an einen guten Moment-Verschluss zu stellen sind, sind folgende:

1. Der Verschluss muss eine kurze Exposition ermöglichen.
2. Er muss verschieden lange Expositionen gestatten.
3. Es soll dabei auch die Dauer der jeweiligen Exposition bekannt sein.
4. Während des Oeffnens und Schliessens soll die Camera nicht erschüttert werden.
5. Das Bildfeld muss bei geöffnetem Verschluss möglichst gleichmässig erhellt sein, oder der Hintergrund soll weniger Licht als der Vordergrund erhalten.

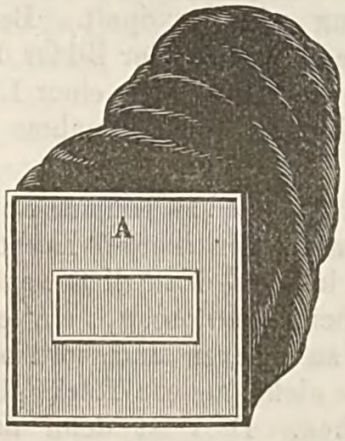


Fig. 180.

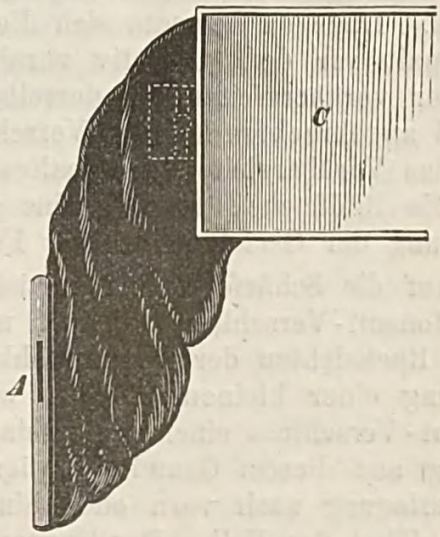


Fig. 181.

Sack mit Objectiv-Verschluss.

Um zu vermeiden, dass eine etwaige Erschütterung beim Oeffnen und Schliessen des Moment-Verschlusses sich der Camera mittheilt, kann man über das Objectiv einen lichtdichten Sack von schwarzem Tuch anbringen, an dessen anderem Ende der Verschluss sich befindet, wie in Fig. 180 angedeutet ist. Der Verschluss-Apparat wird durch einen selbständigen Stock (Stativ etc.) gestützt.

10) Phot. News. 1881. S. 529.
11) Ebendaselbst.

Ein solcher Sack kann nach H. W. Vogel auch als höchst einfacher Moment-Verschluss benutzt werden. Bei *A* ist ein Brett angebracht, das eine Oeffnung besitzt. In der Stellung Fig. 181 kann kein Licht durch das Objectiv in die Camera *C* dringen. In der Stellung Fig. 181 erfolgt die Exposition.

Bei fast allen Moment-Verschlüssen erhalten die empfindlichen Platten an den verschiedenen Stellen eine ungleich lange Belichtung.

Wenn der Moment-Verschluss eine gewisse Zeit geöffnet ist, so erhält die Platte dennoch nicht während dieser Zeit das volle Licht, sondern nur während eines bestimmten Zeitpunktes, wie unten gezeigt wird. Mittlere Zahlen lassen sich kaum geben. Ein vorbeigleitender Schliesser lässt während $^1/_{10}$ Secunde nur vielleicht $^3/_4$ des Lichtes durch, welches bei völlig geöffnetem Verschluss in derselben Zeit eintreten würde.

Häufig ist der Vordergrund (Partie am Boden) kürzer exponirt, als der Hintergrund (Himmel) oder umgekehrt, z. B. beim Fall-Apparat (s. S. 330), oder die Mitte erhält mehr Licht als die Ränder[12]).

Ueber die Stellung des Moment-Verschlusses, ob 1) vor dem Objectiv, 2) hinter dem Objectiv oder, 3) wenn das Objectiv ein Doppel-Objectiv ist in der Mitte zwischen Vorder- und Hinterlinse, sind nach Stolze[13]) folgende Gesichtspunkte leitend:

Um zu entscheiden, welche Wirkung hierdurch in jedem einzelnen Falle hervorgebracht wird, muss man auf die Bewegung nicht scharf eingestellter Gegenstände beim Vorübergleiten des Moment-Verschlusses zurückgehen. Bilder von Gegenständen, welche hinter der Visirscheibe liegen, scheinen sich in derselben, die von Gegenständen, deren Bilder vor die Visirscheibe fallen, bewegen sich in entgegengesetzter Richtung wie der Moment-Verschluss. Dagegen bewegte sich die erhellte Fläche des Gesichtsfeldes, wenn der Spalt vor dem Objectiv vorübergeht, in entgegengesetzter, wenn er dahinter vorübergleitet, in derselben Richtung wie der Spalt. Bei einem central angebrachten Moment-Verschluss ist die Bewegung der Bilder dieselbe; aber das Vorübergleiten des Spaltes hat nicht das Hingleiten einer Lichtzone über die Bildfläche, sondern eine gleichmässige Zu- und Abnahme der Erleuchtung der Gesichtsfeldes zur Folge.

Auf die Schärfe des Bildes ist es somit ohne jeden Einfluss, wo man den Moment-Verschluss anbringt und man wird sich hierbei hauptsächlich durch Rücksichten der Bequemlichkeit leiten lassen. Natürlich hat bei Anwendung einer kleinen Blende, wie z. B. beim Pantoscop, ein centraler Moment-Verschluss einen viel kleineren Weg zu machen und wird somit den Vorzug aus diesem Grunde verdienen, falls nicht andere Rücksichten für die Verlegung nach vorn oder hinten sprechen. Dies ist denn nun auch in der That der Fall. Der Umstand, dass ein centraler Moment-Verschluss ein in demselben Augenblick über und über gleichmässig beleuchtetes Feld, ein vorn oder hinten angebrachter aber ein momentan ganz ungleichmässig

12) Hierzu ist zu bemerken, dass die photographischen Linsen schon an und für sich (d. h. vom Verschluss ganz abgesehen) häufig Bilder geben, welche am Rande viel lichtschwächer als in der Mitte sind (s. Heft 3, S. 278 und 287); bei Objectiven mit 60° Gesichtsfeldwinkel sind die Ränder des Bildes oft nur halb so beleuchtet als das Centrum, bei Objectiven mit 70° empfangen die Ränder häufig nur $^1/_3$ des Lichtes. Dazu addirt sich der Fehler des Moment-Verschlusses, der den Gesammtfehler der Belichtung verdoppeln kann.

13) Phot. Wochenbl. 1881. S. 214.

beleuchtetes Feld gibt, deutet darauf hin, dass man centrale Moment-Verschlüsse nur in Fällen anwenden kann, wo es auf eine völlig gleichmässige Belichtung der ganzen Platte ankommt. Wo man aber beabsichtigt einzelne Partien kürzer zu exponiren, z. B. bei Landschaften, muss nothwendig eine der beiden anderen Constructionen zur Anwendung kommen.

III. Schieber-Moment-Verschlüsse.

Das Princip der Schieber-Moment-Verschlüsse beruht darauf, dass bei dem Objectiv ein mit einer Oeffnung versehener Schieber vorbeigezogen wird; in dem Moment, wo Schieber-Oeffnung und Objectiv-Oeffnung zusammenfällt, erfolgt die Exposition.

Diese Moment-Verschlüsse sind ohne Zweifel die universellsten [14]), denn sie können vor und hinter dem Objectiv sowie in dessen Mitte angebracht werden, können einfachen oder doppelten Schieber haben und sind endlich jeder Modification in Bezug auf generelle oder partielle Belichtungsdauer fähig.

Das Vorbeigleiten des Schiebers vor dem Objectiv kann entweder durch den freien Fall eines Brettchens oder durch den Zug einer Feder bewirkt werden. Die erste Art von Verschlüssen nennt man „Fall-Apparate“ oder „Guillotine“.

Schon Gaudin versuchte einen Fallapparat, dessen Spalte er mittelst eines Schiebers breiter oder schmäler machen konnte, zur kurzen Belichtung von nassen Collodionplatten im Copirrahmen (zur Herstellung von Diapositiven) zu verwenden [15]).

Maidstone Smith nannte 1856 ein Fallbrett, das mittelst einer über Rollen gehenden Schnur bewegt wurde „Photozon“ [16]).

Den Fallapparat (Fallbrett) für Momentaufnahmen beschrieb auch Price in seinem „Manual of photographic manipulation“ 1858. Derselbe brachte den Verschluss innerhalb des Dunkelkastens hinter den Linsen an.

Murray und Heath liessen den Fallapparat ganz aus Metall arbeiten und milderten die durch den Fall verursachte Erschütterung durch eine Kautschukröhre und de la Rue benutzte einen ähnlichen Apparat zu seinen Mondphotographien [17]). Gordon nahm 1860 Ansichten und Typen in Indien damit auf [18]).

Janssen machte seine Sonnenphotographien in den Siebziger Jahren mit einem Fallapparat in $^1/_{800}$ bis $^1/_{2000}$ Secunden. Um die beschleunigte Bewegung des Schliessens in eine gleichmässige zu verwandeln, brachte Prazmowski eine Hemmung an [19]).

Ein Fallbrett in einfacher Form zeigt Fig. 182. Ein Rahmen von Messing oder Holz mit zwei am Rücken befestigten Röhren, mittelst deren er an die Linsen der Camera gepasst ist, hat (für Stereoscop-Apparate) zwei Oeffnungen, welche der Stellung der Linsen entsprechen ($L\,L$). In jede Seite des Vordertheiles dieses Rahmens sind Fugen eingeschnitten, in welchen eine Messing- oder Holzplatte frei läuft. Diese Platte hat in der Mitte zwei Oeffnungen. Wird die Platte in die Höhe gezogen, so verschliesst sie die Objective. Durch Auslösen des Sperrhakens gleitet die Platte (im freien

14) Stolze, Phot. Wochenbl. 1881. S. 222.
15) Horn's Phot. Journal. 1855. Bd. 3, S. 73.
16) Journ. Phot. Soc. London. 1856. Bd. 3, S. 145.
17) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. S. 68.
18) Bullet. Soc. franç. 1861. S. 114.
19) Bullet. Soc. franç. Phot. 1880. S. 321.

Fall oder gezogen durch eine Gummischnur) herab, die Oeffnungen passiren die Objective, die Exposition erfolgt und im nächsten Augenblick sind die Objective durch die Platte wieder geschlossen.

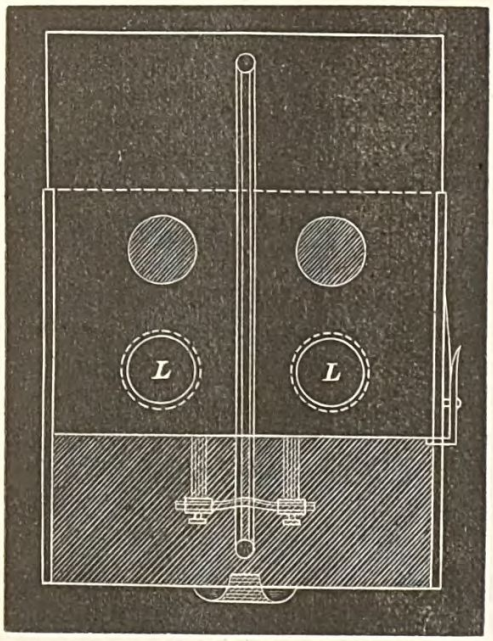


Fig. 182. Fall-Apparat.

Fig. 183 und 184 zeigt die Construction eines Fallbrettes mit pneumatischer Auslösung (Fig. 183 Rückseite, Fig. 184 Vorderseite). Der Apparat wird mittelst des Holzringes *e* auf das Objectiv gesteckt. Das Fallbrett *d* hat bei *g* eine Oeffnung. In der Lage, wie sie Fig. 183 und 184 zeigt, ist das Objectiv verschlossen und das Fallbrett durch den federnden Sperrhaken *c* festgehalten. Durch einen Druck bei dem Kautschukballon wird die Kautschukblase *a* aufgeblasen, hebt bei *b* einen Messinghebel, welcher den Sperrhaken *c* zurückzieht. Das Brett gleitet nun nach abwärts und wird durch eine Feder *h* verhindert zurück zu springen. Bei *f* kann eine Gummischnur angebracht werden, welche die Bewegung des Brettes beschleunigt.

Es ist schwierig, einen Fallapparat von grösseren Dimensionen zu transportiren und die Gefahr ihn zu verbiegen, die Reibung des Fallbrettes zu vermehren etc. ist nicht unbedeutend.

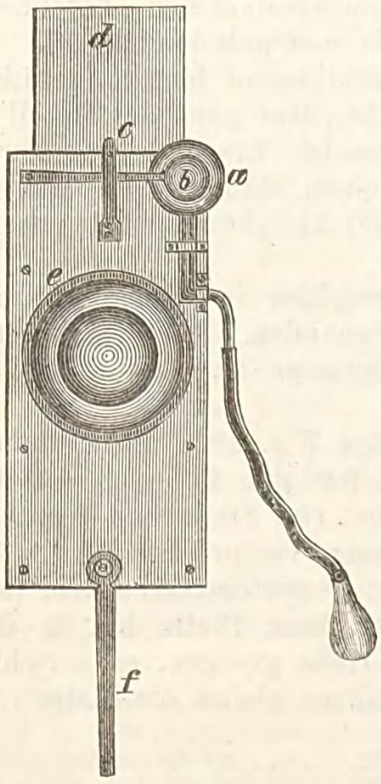


Fig. 183.

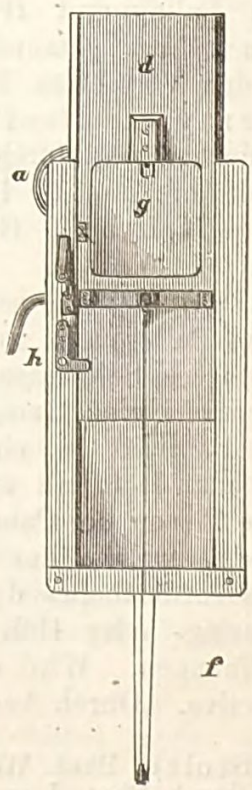


Fig. 184.

Fall-Apparat.

Es ist durchaus nicht gleichgültig, welche Oeffnung man dem Fallbrett gibt.

Macht man die Oeffnung des Fallbrettes rund, so werden nur die mittleren Theile des Objectivs während der Fallzeit volles Licht erhalten; die Randtheile rechts und links vom Mittelpunkt werden durch viel kürzere Zeit Licht bekommen.

Ist die Oeffnung des Fallbrettes viereckig (quadratisch), so sind die Bedingungen für eine gleichmässige Belichtung schon günstiger als bei einer runden; die Ränder erhalten mehr Licht. Ja noch mehr, das Gesammtquantum an Licht, welches während einer gewissen Fallzeit in das Objectiv gelangt, ist im ersten Fall grösser, als im letzten. Ein Fallbrett mit viereckiger Oeffnung lässt in 1 Secunde so viel Licht eindringen, als ein solches mit runder in $1^1/_4$ Secunden[20]). Daraus geht hervor, dass die erste Anordnung günstiger ist, als die letztere und in Fig. 183 und 184 ist schon darauf Rücksicht genommen. Vortheilhaft ist es auch die Oeffnung oblong, d. i. mehr hoch als breit zu machen; nachtheilig für eine gleichmässige Helligkeit des Bildes ist, sie mehr breit als hoch zu machen.

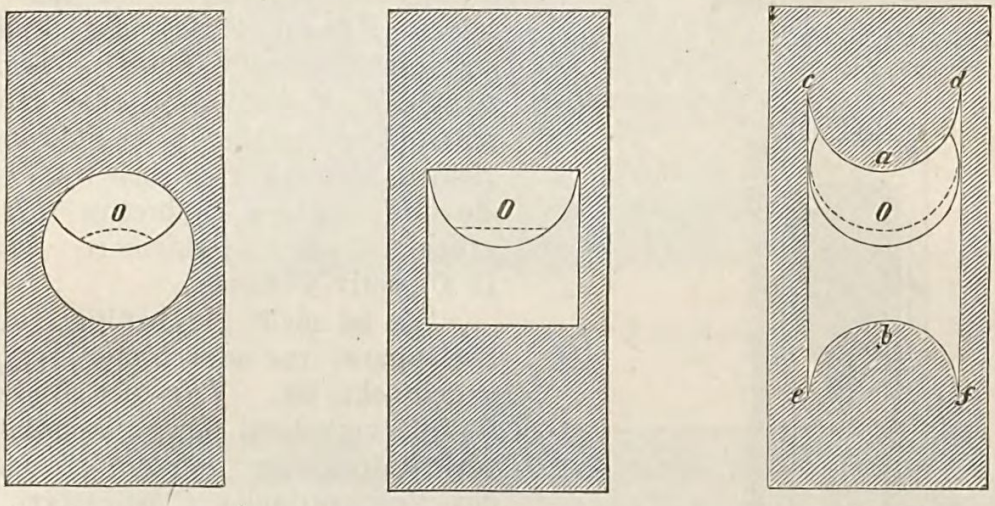


Fig. 185. Fig. 186. Fig. 187.

Verschiedene Oeffnung des Fallbrettes.

Gegen die am meisten gebräuchliche runde oder rechteckige Oeffnung des Fallbrettes wurden wiederholt Bedenken ausgesprochen. Wight verwarf beide, weil auch mit letzterer die Ränder des Bildes noch zu wenig exponirt werden; dies veranschaulicht Fig. 185—187. Die Entfernung *a b* Fig. 187 ist gleich dem Objectiv-Durchmesser und der Radius des Kreisbogens *c a d* und *e b f* gleich dem der Objectiv-Oeffnung. Bei einer gleich schnellen Bewegung der drei Bretter ist die Zeit der Exposition in Bezug auf den senkrechten Durchmesser des Objectives bei allen dreien eine gleiche, denn sie haben alle drei einen gleich langen Weg zurückzulegen. Die Lichtwirkung ist jedoch sehr verschieden. Bei allen dreien tritt ein Moment ein, in dem das ganze Objectiv frei und somit die Lichtwirkung bei allen dreien gleich ist[21]). Doch ist dies eben nur ein Moment. In jeder anderen Stellung zeigt sich eine wesentliche Verschiedenheit, die, je näher dem Anfange oder dem Ende der Exposition, um so stärker hervortritt. In den Fig. 185 bis 187 ist der Moment dargestellt, wo die Oberkante der Oeffnung in der Mitte der Objectiv-Oeffnung angelangt ist. In Fig. 185 sehen wir von der Objectivöffnung *o* weniger als die Hälfte. In Fig. 186 sehen wir gerade

20) Joubert, Bullet. Soc. franç. Phot. 1880. S. 131.
21) Phot. Mitth. 1881. Bd. 18, S. 226.

die Hälfte und in Fig. 187 mehr als die Hälfte der Objectivöffnung. Man kann auf diese Weise berechnen, dass sich die Lichtwirkung der drei Verschlüsse Fig. 185—187 bei gleicher Schnelligkeit der Schieberbewegung und sonst gleichen Verhältnissen, wie die Flächeninhalte der betreffenden Oeffnungen, d. i. annähernd wie die Zahlen 11 : 14 : 17 verhalten.

Nachstehende Figuren zeigen einige derartige andere Verschlüsse.

Fig. 188.

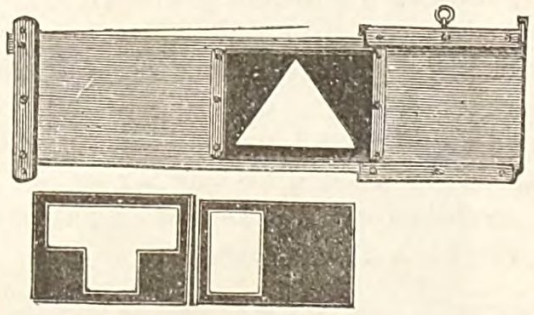


Fig. 189. Fig. 190.
Mason's Verschluss.

Um bei Landschafts-Aufnahmen den Himmel kürzer als den Vordergrund zu exponiren, gab Mason[22]) der Oeffnung des Brettes die Form von Fig. 188 oder 189; auch eine rechteckige Oeffnung (Fig. 190) konnte eingeschaltet werden.

Eine ähnliche Einrichtung gab Valentin[23]) seinem Fallapparat. Hannyngton construirte ein auf demselben Princip beruhendes Fallbrett mit verstellbarer Oeffnung[24]). Fig. 191 zeigt den an ein Holzkästchen befestigten Apparat, welcher in der Führung *FF* gleitet. Durch Verschieben von *D* kann die Oeffnung des Fallbrettes *BB* vergrössert oder verkleinert werden. *O* Objectiv-Oeffnung.

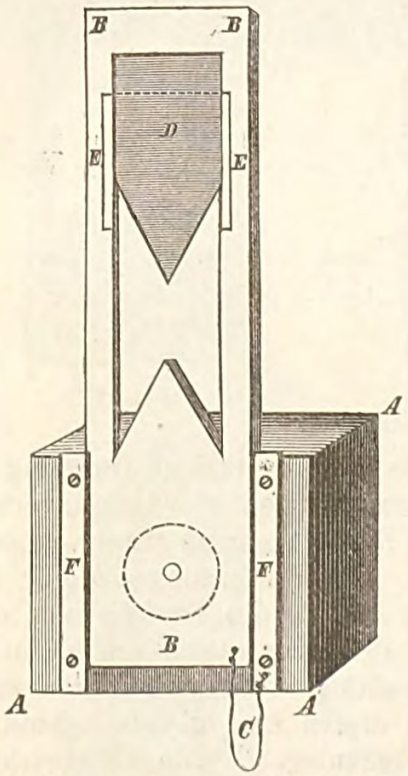


Fig. 191. Hannyngton's Verschluss.

Es ist nicht gleichgültig, ob der Fallapparat vor oder hinter der Linse angebracht ist. Vor der Linse befestigt, veranlasst der Fallapparat eine verhältnissmässig kürzere Exposition des Vordergrundes (Partien am Erdboden) und längere Exposition des Hintergrundes (Himmel). Ein Fallapparat hinter der Linse wirkt umgekehrt, also für die Praxis günstiger.

Hier sollen auch jene Verschlüsse beschrieben werden, bei welchen ein oder zwei Brettchen beim Objectiv vorbeigezogen werden.

Fig. 192 gibt eine Ansicht des Verschlusses von Mann[25]) und Fig. 193 einen Durchschnitt, damit das Princip desselben klar werde[26]).

In einem Holzrahmen befinden sich zwei kreisförmige Oeffnungen, *M*, *N*, welche auf die Objective passen. Zwei Brettchen *AB*, *DC* sind mit viereckigen Ausschnitten von gleicher Grösse versehen; ein Faden *p*, *p'* ver-

22) Phot. News. 1879. S. 58.
23) Phot. News. 1881. S. 54.
24) Yearbook of Phot. for 1882. S. 95.
25) In einer Patentbeschreibung Mann's vom 3. April 1862 für England erwähnt (Abridgments of Specifications relating to Photography. 1872. S. 45).
26) Buehler, Apparat des Photographen.

bindet diese beiden Brettchen mit einander; das untere Brettchen D hat einen Faden p'', an dem man von aussen dergestalt zieht, dass das Brettchen AB gegen die Wand p'' und das untere Brettchen gegen die Wand p fährt. Dann sind die Oeffnungen M und N verschlossen.

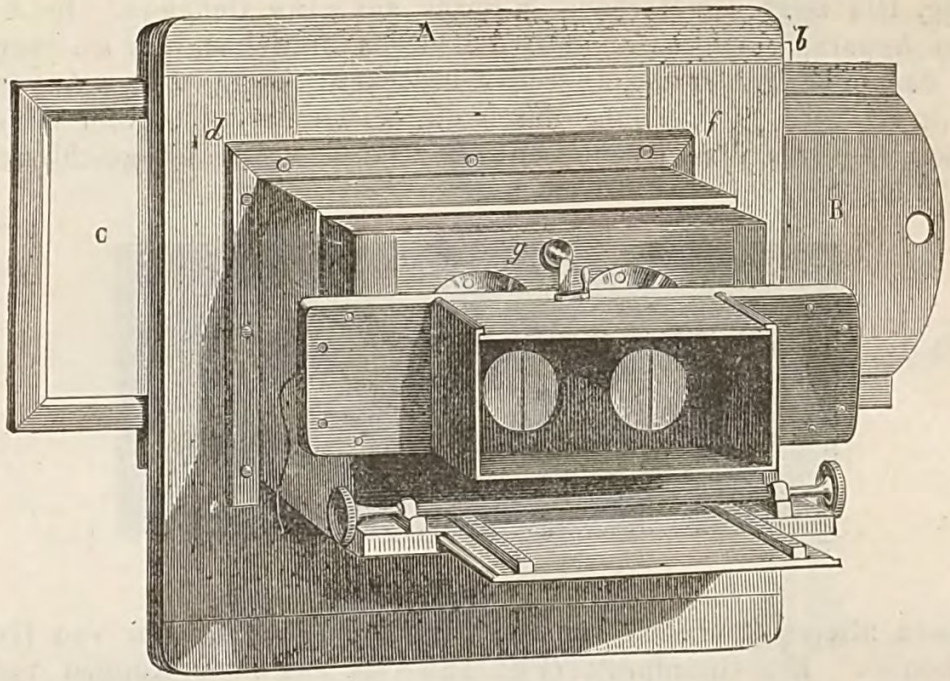


Fig. 192. Momentan-Verschluss von Mann.

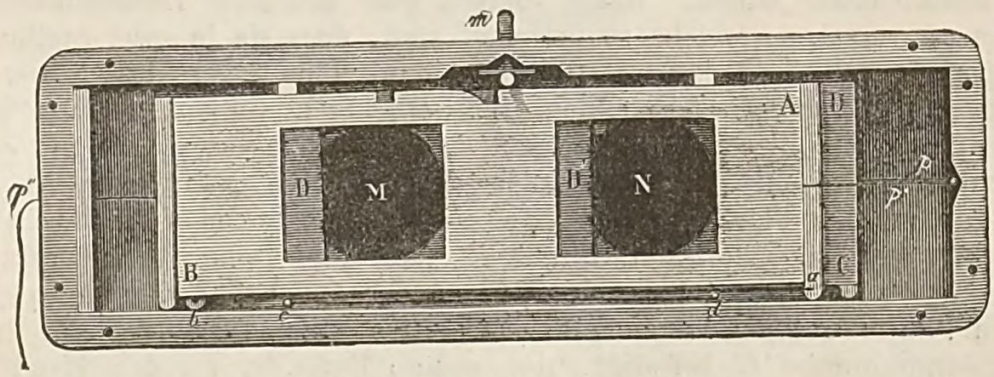


Fig. 193. Momentan-Verschluss von Mann.

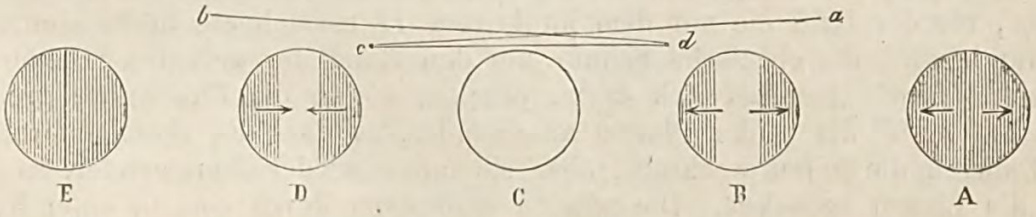


Fig. 194. Momentan-Verschluss von Mann.

Es bedarf einer gewissen Anstrengung, die Brettchen in diese Lage zu bringen, weil ein Kautschukfaden $ac\,db$, welcher die Stelle einer Feder vertritt, sie in eine ganz entgegengesetzte Richtung zu bringen sucht. Dieser Faden ist in Fig. 194 abgesondert dargestellt.

Ein Schnäpper (m) mit sehr schwacher Feder hält die beiden Brettchen fest, wenn man den Faden p'' gezogen hat. Sobald man auf den Schnäpper m leicht drückt, laufen die beiden Brettchen, vom Kautschukfaden gezogen, beide in entgegengesetzter Richtung so rasch auseinander, dass wir die Dauer der Aufnahme nicht höher als $^1/_7$ Secunde veranschlagen können.

Fig. 194 zeigt den Hergang in Bezug auf eine Oeffnung. In A sehen wir den Apparat geschlossen, in B die beiden Brettchen, wie sie zuerst die Mitte, dann die Ränder des Objectivs bedecken; in C ist der Apparat geöffnet; in D wird die Oeffnung durch die beiden Brettchen vom Rande aus nach dem Centrum hin verschlossen; E zeigt den Apparat geschlossen und ausser Thätigkeit.

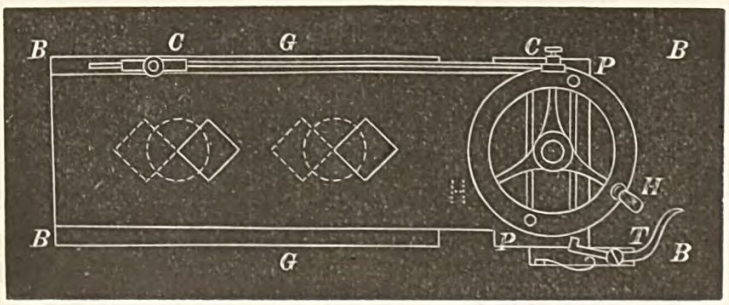


Fig. 195. Hockin's Verschluss.

Einen älteren ähnlichen Apparat zeigt Fig. 195. Er war von Hockin angegeben[27]). Ein Grundbrett (Fig. 195) ist mit zwei Kappen versehen, mittelst welcher es an die Objective befestigt wird. An der Vorderseite sind Messingfugen $G\,G$ geschraubt, innerhalb deren zwei Messingplatten glatt übereinander laufen. Beide Platten sind mit zwei rhombenförmigen Oeffnungen versehen, welche so gerichtet sind, dass sie in zwei Stellungen übereinander fallen, so dass die Oeffnungen der Linsen geschlossen werden, während bei einer Zwischenstellung die Oeffnungen vollkommen frei sind. An der rechten Seite des Brettes dreht sich eine gefugte Scheibe um einen Stift, welcher zwischen den Enden der beiden Platten durchgeht. An dem Ende einer jeden Platte befindet sich ein Einschnitt, in welchen ein am Rande der Scheibe befestigter Stift $P\,P'$ passt; der eine Stift P ruht am Grunde des Einschnittes, der andere P' an der Spitze des Einschnittes der unteren Platte. An der linken Seite des Brettes ist eine Gummischnur durch eine Klemmschraube C befestigt, das andere Ende ist an den Rand der Scheibe bei C geklemmt. An der rechten Seite der Scheibe befindet sich ein Griff (H). Der Apparat wird gerichtet, indem man die Scheibe herumdreht, bis der Griff die mit dem punktirten H bezeichnete Stelle einnimmt. Dadurch wird die elastische Schnur um den Rand der gefugten Scheibe gespannt. Sowie das Rad sich dreht, drücken die in die Einschnitte greifenden Stifte $P\,P$ die beiden Platten auseinander, so dass die rhombenförmigen Oeffnungen die Seiten wechseln; aber sie fallen wieder übereinander, so dass sie die Linsen bedecken. Die Scheibe wird dann durch eine in einer Kerbe an ihrem Rande passende Druckfeder in dieser Stellung festgehalten. Lässt man die Feder los, so wirkt die Gummischnur und treibt die Scheibe in ihre ursprüngliche Stellung zurück. Während nun die beiden Platten wieder übereinander gleiten, fallen durch die verkehrte Wirkung der Stifte in den

27) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. S. 71.

Einschnitten die rhombenförmigen Oeffnungen für einen Augenblick mit den Oeffnungen der Linsen zusammen und auf diese Art erhält man die momentane Exposition.

Noton's Verschluss ist folgendermassen eingerichtet[28]):

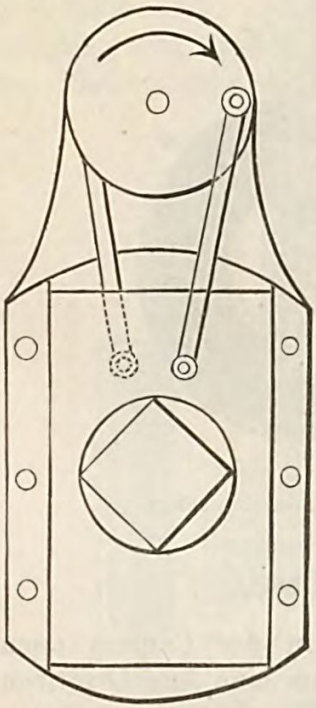


Fig. 196.

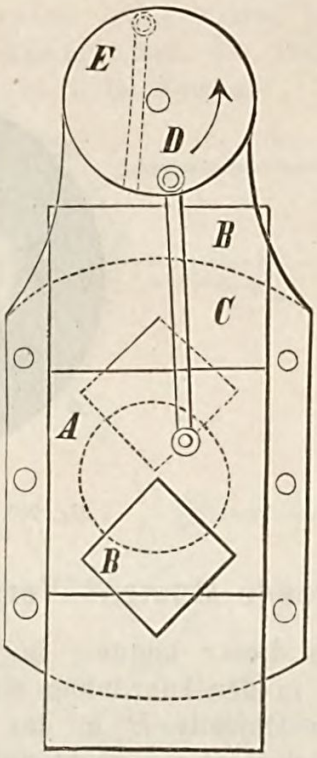


Fig. 197.

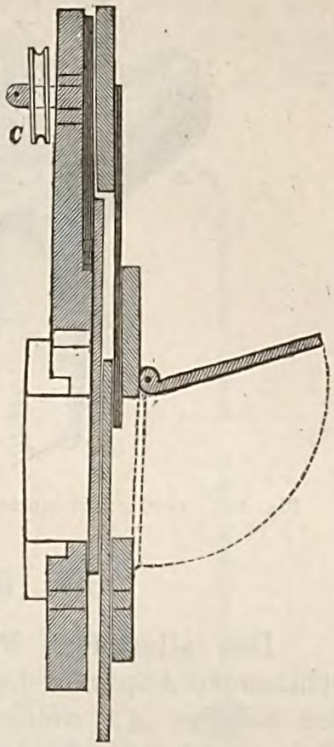


Fig. 198.

Noton's Verschluss.

Fig. 196 zeigt den Verschluss geöffnet, Fig. 197 nach beendigter Exposition (geschlossen), Fig. 198 zeigt denselben Verschluss von der Seiten-Ansicht, versehen mit einer Klappe (oder Schutz gegen direct einfallendes Sonnenlicht), welche sofort nach beendigter Exposition geschlossen wird und Schutz gegen ein zufälliges Oeffnen des eigentlichen Moment-Verschlusses bietet. — Die Verschlussplatten *A* und *B* sind jedes für sich durch Verbindungsstäbe (*D*) an der runden Scheibe *E* befestigt, das eine vorn, das andere hinten (Fig. 197). Die Scheibe ist an der Rolle *G* mittelst einer Achse befestigt und wird mittelst einer Spiralfeder oder eines Gummibandes in Rotation gebracht[29]). Sobald diese sich dreht, gleiten die beiden Schieber aneinander vorüber.

Fig. 199 zeigt einen an einem Fernrohr angebrachten Guillotine-Verschluss, der durch die Feder *a* in Spannung gehalten und von einem Arm *D* mittelst einer Rolle getragen wird, über welche der gespannte Gummifaden *b* läuft. Im geeigneten Momente wird der Faden durchschnitten. Zwischen dem Faden *b* und der Feder *a* befindet sich der Verschluss *B* Fig. 199, dessen innere Einrichtung in Fig. 200 ersichtlich ist. *ADCB* stellt den Hohlraum zwischen der Tubusröhre und der in letzterem sitzenden Röhre des Moment-Verschlusses dar. *KE* ist das Verschlussbrett, welches über *I* eine runde Oeffnung besitzt. Im Momente, wo diese durch die Kraft der

28) Phot. News. 1879. S. 567.

29) Die Auslösung geschieht mittelst eines Hakens, wie bei allen anderen hier beschriebenen Apparaten.

Feder a (Fig. 199) nach Trennung des Fadens bc an dem im Tubus befindlichen Sonnenbilde vorbeischnellt, giebt das Ocular c das vergrösserte Bild der Sonne auf der empfindlichen Platte der Kassette B wieder[30]).

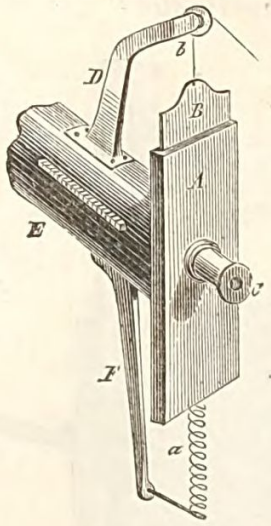


Fig. 199. Ocular mit Moment-Verschluss.

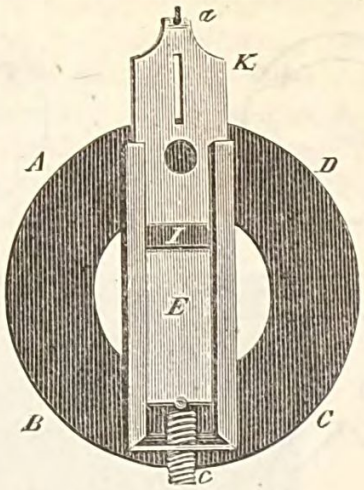


Fig. 200. Verschlussbrettchen.

IV. Rotirende Moment-Verschlüsse.

Das allgemeine Princip dieser bequem im Innern der Camera anzubringenden Apparate besteht in der Anordnung einer um eine Axe O rotirenden Scheibe A, welche das Objectiv B in der in Fig. 201 angegebenen Weise verdeckt. In der Scheibe ist ein rechtwinkliger Ausschnitt $C\,C$ oder ein sectorförmiger $D\,D$ angebracht.

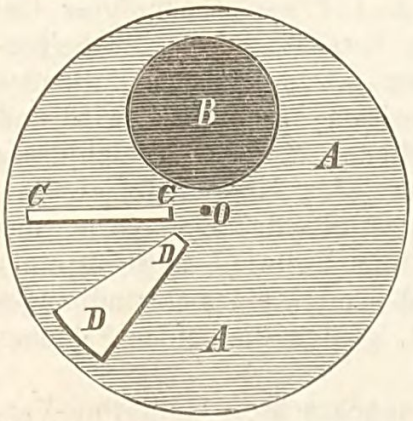


Fig. 201. Rotirender Moment-Verschluss.

Wird nun die Scheibe durch eine starke Feder schnell gedreht, so passirt der Schlitz das Objectiv und die Belichtung findet statt. Durch die gewählte Form des Schlitzes hat man die Möglichkeit, den unteren Theil der Platte kürzer zu belichten als den oberen, und man kann sogar die beiden dafür massgebenden Schlitzwangen verstellbar machen. Durch die Stärke der Federspannung hat man es in der Hand, die Bewegung zu beschleunigen oder zu verlangsamen. Die obige Stellung ist richtig für die Anbringung im Innern der Camera (Stolze[31]).

Diese Art der Moment-Verschlüsse ist sehr beliebt. Es übertrifft dieser Verschluss, nach Stolze, alle anderen an Sicherheit des Arbeitens und Einfachheit der Handhabung.

Einen Verschluss mit einer einfachen rotirenden Scheibe zeigt der in Fig. 202 abgebildete Stein'sche electrische Verschluss, welcher 1879 in Deutschland patentirt wurde[32]).

30) Stein, Das Licht. 1877. S. 464.
31) Phot. Wochenbl. 1881. S. 215.
32) Phot. Corresp. 1879. S. 164. Phot. Arch. 1880. S. 19.

In Fig. 202 ist diese Einrichtung von vorn, in Fig. 203 von der Seite zu sehen. Um einen Centralpunkt c dreht sich die Scheibe s, welche bei t durchlöchert ist. Die Oeffnung bei d fliegt an der in dem unteren Brette befindlichen Oeffnung d_1 vorüber, sobald der Anker r von dem Electromagneten B angezogen wird. In diesem Momente wird der Stift i frei und die Scheibe dreht sich sehr rasch um ihre Axe, bis der Stift i wieder in die Vertiefung am Anker r einspringt und die Oeffnung d wieder an ihrem alten Platze angelangt ist. In dem Momente, wo die Oeffnung d an der

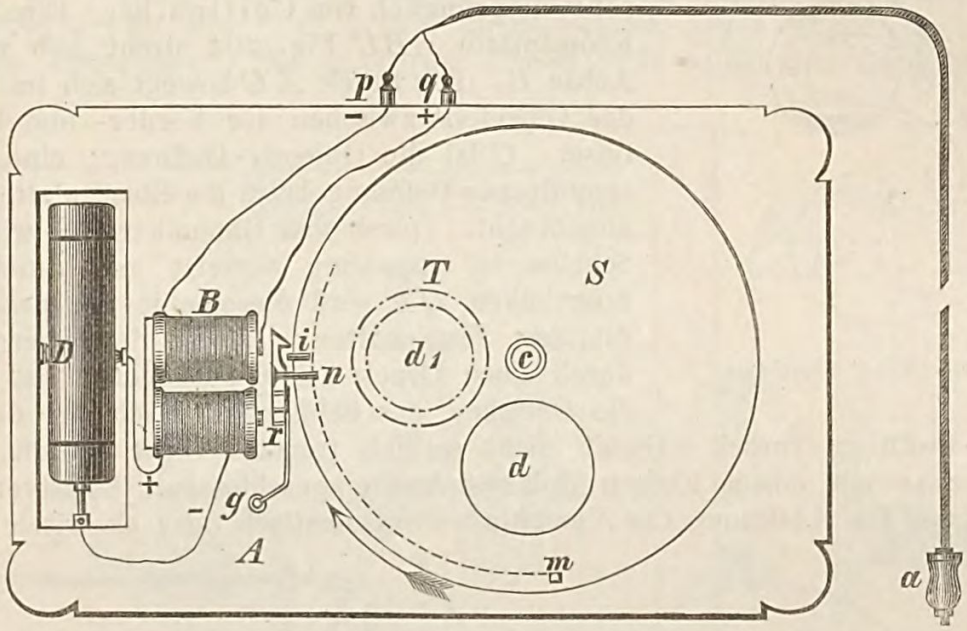


Fig. 202. Stein's Moment-Verschluss.

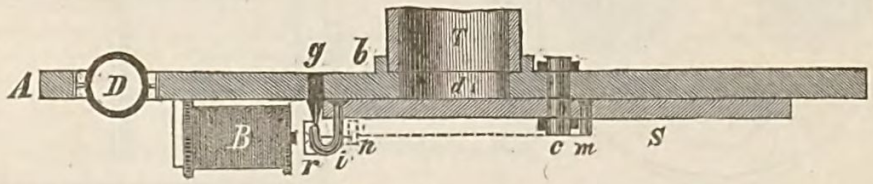


Fig. 203. Stein's Moment-Verschluss.

Oeffnung d_1 am unteren Brette vorbeischnellt, geschieht die Moment-Aufnahme. Soll eine Aufnahme von längerer Dauer stattfinden, so hat man eben länger auf den Knopf bei a zu drücken. So lange man auf den Knopf drückt, bleibt die Oeffnung d vor der Oeffnung d_1 stehen, indem der Stift m durch den Vorsprung des Ankers bei n ebensolange festgehalten wird. Es ist demnach dieser Verschluss im Principe derselbe, wie obiger mit dem Unterschiede, dass in dem Apparate Fig. 184 es sich um eine viereckige Scheibe, in dem Apparate in Fig. 202 um eine runde Verschlussscheibe handelt, welche durch eine Feder bei c getrieben wird. Die Feder wird von Zeit zu Zeit mittelst eines Uhrschlüssels aufgezogen.

In Fig. 203 ist die Vorrichtung im Querschnitt abgebildet. Das Rohr T wird entweder auf das Objectiv aufgesteckt, was bei kleineren Apparaten geschehen kann, während bei grösseren Instrumenten dieses nicht möglich

ist. Um den Apparat bei grösseren Objectiven anzuwenden, wird derselbe auf ein mit Rollen versehenes Stativ festgeschraubt, welches man im Gebrauchsfalle vor die Camera schiebt. Es wird in diesem Falle die Verbindung des Rohres *T* mit dem Objective durch einen schwarzen Sammetärmel vermittelt (vergl. S. 327), wodurch jede Erschütterung des Apparates ausgeschlossen wird.

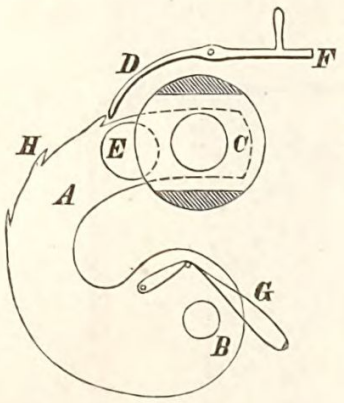


Fig. 204. Bolas' Verschluss.

Einen sehr einfachen Moment-Verschluss mit einer vorbeigleitenden Scheibe combinirte Bolas[33]) mit seiner „Dedectiv-Camera" (s. u.). Derselbe rührt ursprünglich von Collins her. Eine dünne Ebonitplatte *ABC* Fig. 204 dreht sich um die Achse *B*. Das Stück *A C* bewegt sich im Innern des Objectivs zwischen der Vorder- und Hinterlinse. *C* ist die Objectiv-Oeffnung; eine correspondirende Oeffnung ist in die Ebonitplatte bei *E* angebracht. Durch das Gummiband *G* wird die Scheibe in Spannung versetzt und durch den Sperrhaken *DF* wird dieselbe in der passenden Stellung festgehalten. Sowie der Sperrhaken durch einen Druck bei *F* ausgehoben ist, gleitet die Oeffnung des Schliessers rasch bei der Objectiv-Oeffnung vorbei. Damit nicht seitlich fremdes Licht einfällt, wird das Ganze mit einem kleinen Holzkästchen eingeschlossen. Selbstverständlich kann die Auslösung des Verschlusses pneumatisch oder electrisch sein.

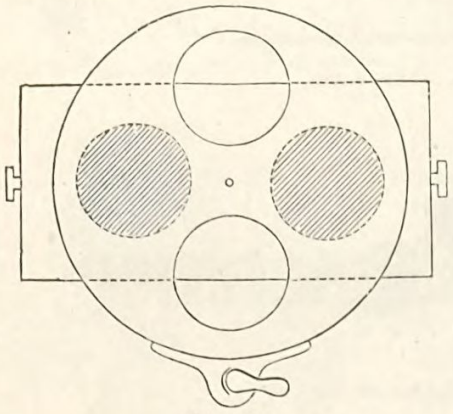


Fig. 205.

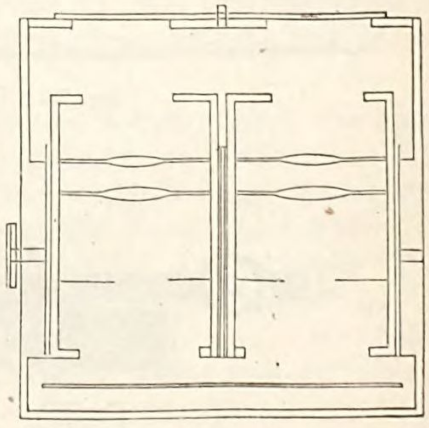


Fig. 206.

Sutton's Verschluss.

Sutton benutzte eine mit der Hand drehbare Scheibe[34]) (Fig. 205 und 206). Dieselbe war aus Metall gefertigt und war zwischen den Linsen des Stereoscop-Apparates befestigt. In der Scheibe waren zwei Oeffnungen, welche durch das Gewicht eines schweren, am unteren Rande der Scheibe befestigten Griffes senkrecht auf die Linsen gestellt wurden; auf diese Art bedeckte der undurchschnittene Theil die Oeffnungen der Linse, während die Scheibe in Ruhe ist. Die Belichtung wird durch eine schnelle Halb-Umdrehung der Scheibe bewerkstelligt; der Griff bewirkt die Rückkehr in

33) Phot. News. 1881. S. 231.
34) Sutton, Dictionary of Photography. 1859. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. S. 69.

die bedeckende Stellung. Fig. 205 zeigt die Vorder-Ansicht des Apparates; Fig. 206 zeigt, wie er in der Camera angebracht ist.

Jackson's Moment-Verschluss wird hinter der Linse angebracht[35]). Fig. 207 zeigt den Durchschnitt desselben. *A A* sind zwei Stücke Ebenholz mit kreisrunden Ausschnitten der Grösse der weitesten Linse entsprechend, die in der Camera zur Anwendung kommen kann. *B B* sind die beiden Achsen, um welche sich die Scheiben drehen. *C* ist ein Drücker; *D* Kurbelstange, welche die beiden Scheiben in Bewegung setzt; *F* eine Schnur aus Gummi elasticum, durch deren grössere Spannung ein raschere Exposition erzielt wird. *G G* zwei kleine Polster, gegen welche die beiden Scheiben anschlagen. Die punktirten Linien *H H* sollen den Ausschnitt in

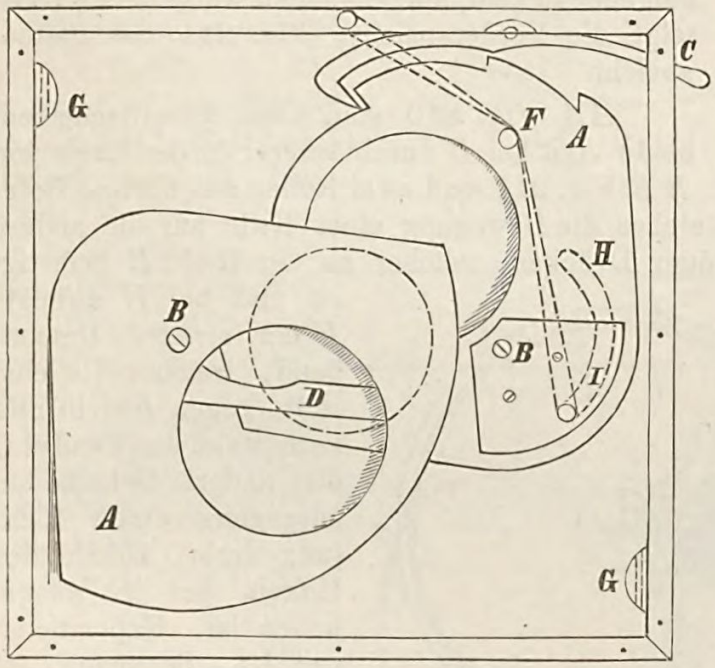


Fig. 207.

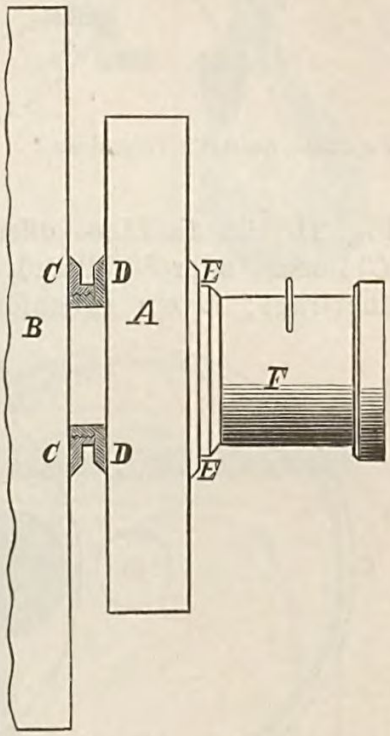


Fig. 208.

Jackson's Verschluss.

der Vorderseite des Verschlusses bedeuten. *I* ist ein kleiner Stift, der die Scheiben für die Exposition in der richtigen Lage hält. — Fig. 208 zeigt den Verschluss an der Camera angebracht. Die Objectiv-Ringe hinter den Linsen sind hier im Durchschnitt gezeichnet. *A* ist das Aeussere des Verschlusses, *B* die Camera, *C* der Ring vorn an der Camera, mittelst welchem der Verschluss angeschraubt wird, *E* der eigentliche Objectiv-Ring, *F* das Objectiv.

Einen Moment-Verschluss mit zwei in entgegengesetzter Richtung rotirenden Scheiben, nach Bedfords's Construction[36]), stellt Fig. 209 vor. *A A*, *B B* sind zwei Metallscheiben, welche in der Mitte eine Oeffnung, so gross wie das Objectiv, haben. *E* Linsenöffnung; *D* Ring zum Befestigen des Verschlusses am Objectiv; *F* Gewicht, welches mittelst einer Schnur

35) Phot. Arch. 1882. S. 50 aus Brit. Journ. of Phot.
36) Phot. News. 1879. S. 87.

seitlich an den Metallscheiben befestigt ist; *G* Drücker, welcher in die Einschnitte *HH* eingreift.

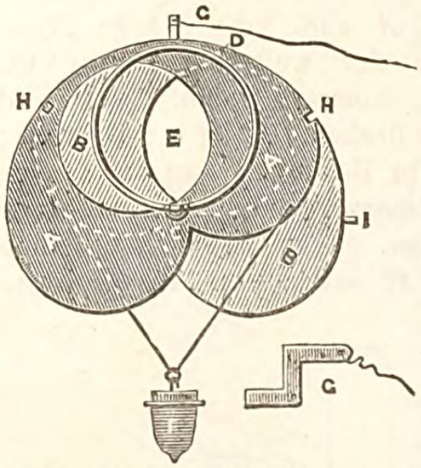


Fig. 209. Bedfort's Verschluss.

Zwei in entgegengesetzter Richtung am Objectiv sich vorbei bewegende Schieber sind dann von grossem Nutzen, wenn der Verschluss an ein Objectiv von grosser Oeffnung anzubringen ist und eine „momentane" Exposition verlangt wird. Ein einfaches Fallbrett etc. würde an diesem zu langsam vorbeigleiten.

Solche Doppel-Scheiben benutzte Jackson [37]) zu einer andern Art von Moment-Verschluss, mit welchem die Photographie der Schwäne, welche diesem Werke als Illustration beigegeben sind, aufgenommen wurden. Fig. 210 zeigt die Vorderansicht; Fig. 211 die Seitenansicht.

AA Fig. 210 sind zwei Ebonitscheiben, beide sind bei *B* durchlöchert; in der Lage von Fig. 210 ist die Linse offen. *BB* Fig. 211 sind zwei Rollen aus hartem Holz; *C* Leder- oder Stahlband, welches die Bewegung einer Rolle auf die andere überträgt; *D* ein hakenförmiger Drücker, welcher an der Rolle *B* befestigt ist und bei *E* anliegt; *F* ein starkes Gummiband, welches die eine Rolle gegen *F* zieht und vermittelst des Bandes *C* die andere Scheibe in entgegengesetzter Richtung dreht, sobald der Haken bei *E* ausgehoben ist. Expositionszeit $^1/_{130}$ Secunde.

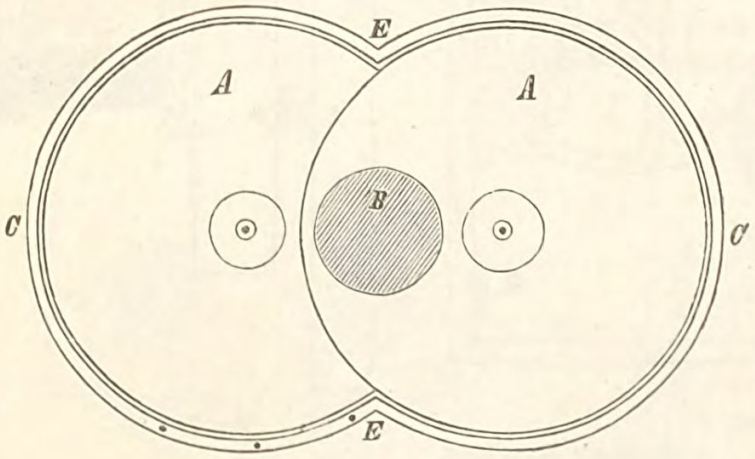


Fig. 210. Jackson's Verschluss.

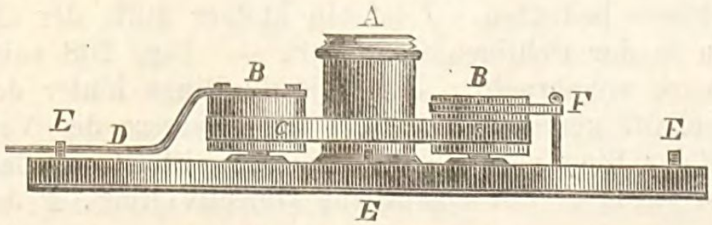


Fig. 211. Jackson's Verschluss.

Pizzighelli's Moment-Verschluss gestattet beliebig kurze oder lange Expositionen [38]).

Ein Druck mit der Hand auf die Kautschukbirne *E* (Fig. 212) treibt durch das Rohr *D* die Luft in den zuerst flach gedrückten Ballon *B* (Fig. 212), welcher, hierdurch ausgedehnt (s. Fig. 213), die um eine horizontale Axe drehbare Platte *a* nach abwärts dreht; diese Bewegung wird durch die mit den Axen der zwei rotirenden Scheiben I II verbundenen articulirten Hebeln *b* in eine drehende umgewandelt. Die Scheiben rotiren um ihren gemeinschaft-

37) Yearbook of Photography for 1881. S. 171.
38) Phot. Corresp. 1881. S. 177. Angefertigt durch A. Moll in Wien.

lichen Drehpunkt (da die volle Axe der einen Scheibe durch die hohle der andern hindurchgeht), führen gleichzeitig ihre Ausschnitte vor die Objectivöffnung (in den Figuren durch punktirte Kreise angedeutet) und nehmen schliesslich die in der Fig. 213 angedeutete Lage ein. Ist der Cassettenschieber geschlossen, so genügt eine Berührung des Ventiles *C*, um die Scheiben in die Ruhelage (Fig. 212) zurückzuführen.

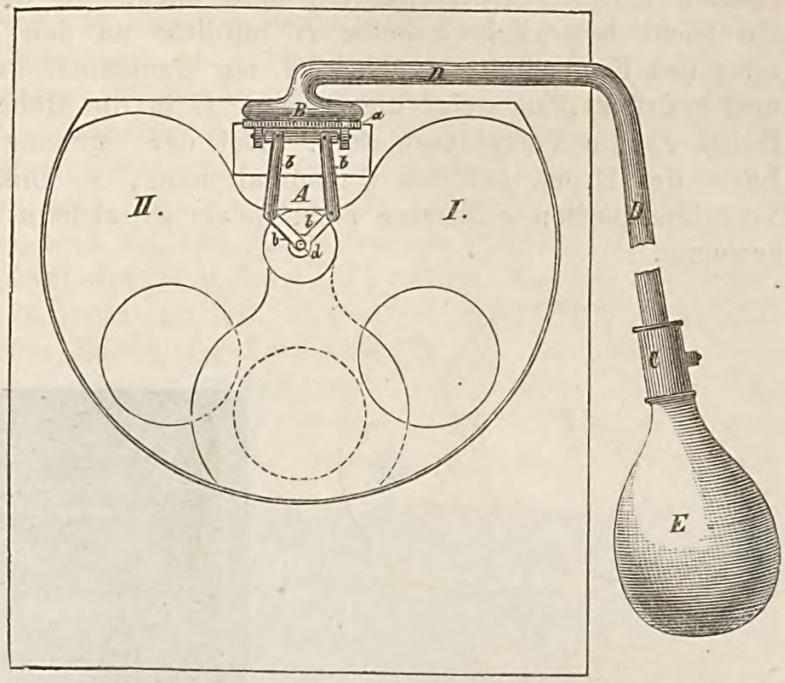


Fig. 212.

Drückt man rasch mit der Hand, so ist die Rotation der Scheiben so schnell, dass man Strassenscenen mit laufenden Menschen und trabenden Pferden (ein gutes Licht und ein kleines Bildformat vorausgesetzt) anstandslos aufnehmen kann, wie ich es oft und mit Erfolg ausgeführt habe. Drückt man allmälig auf die Kautschukbirne, so ist selbstverständlich die Bewegung der Scheiben eine langsamere, mithin die Expositionszeit eine längere.

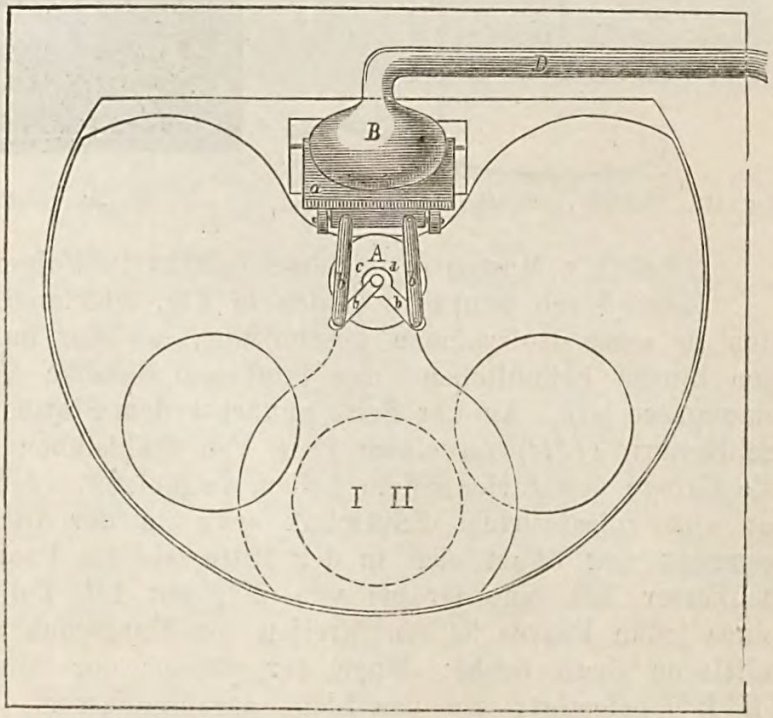


Fig. 213. Pizzighelli's Moment-Verschluss.

Durch einfache Umstellung eines Hebels (in den Figuren nicht sichtbar), wird ein Stift derart gestellt, dass beim Exponiren die Platte *a* eine mittlere Lage annimmt und die Oeffnungen der Scheiben daher vor der Objectivöffnung stehen bleiben; ein Druck auf das Ventil, und die Scheiben kehren in ihr Ruhelage zurück. In dieser Modification arbeitet der Verschluss wie ein Klappenverschluss und lässt sich daher für alle jene Aufnahmen, zu welchen letztere Verschlussgattung sich eignet, ebenso gut verwenden. Nachdem das Offenlassen des Objectives in diesem Fall ganz von der Willkür des Aufzunehmenden abhängt, kann man auch stundenlang exponiren.

Auch Spink's pneumatischer Verschluss gestattet eine sehr kurze und beliebig lange Exposition[39]). In Fig. 214 sind die beiden beweglichen Hälften *EE* (Verschlussplatten) halb offen. In dem Cylinder *A* schliesst die leicht bewegliche Scheibe *B* luftdicht an den Wandungen. Wird mittelst des Kautschukschlauches *G* ein Gummiball an den Apparat befestigt und gedrückt, so steigt die Scheibe *B* in die Höhe und öffnet mittelst der Hebel *D* die Verschlussplatten. Bei der Oeffnung *C* entweicht die Luft. Lässt der Druck auf den Gummiball nach, so sinkt die Platte *B* und die Verschlussplatten schliessen sich, indem sie sich in der Richtung des Pfeiles bewegen.

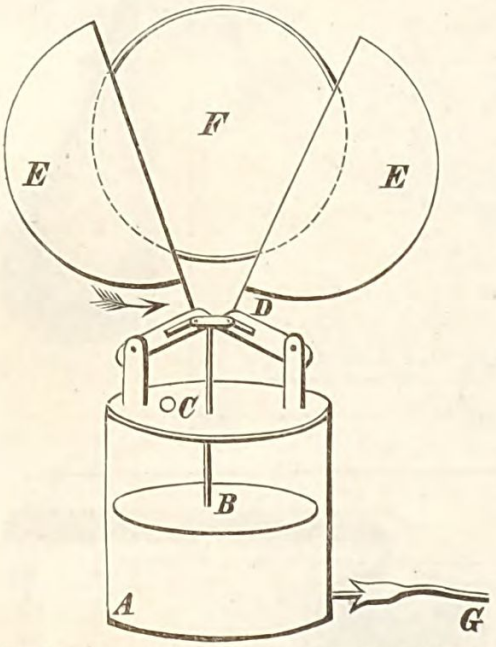


Fig. 214. Spink's pneumatischer Verschluss.

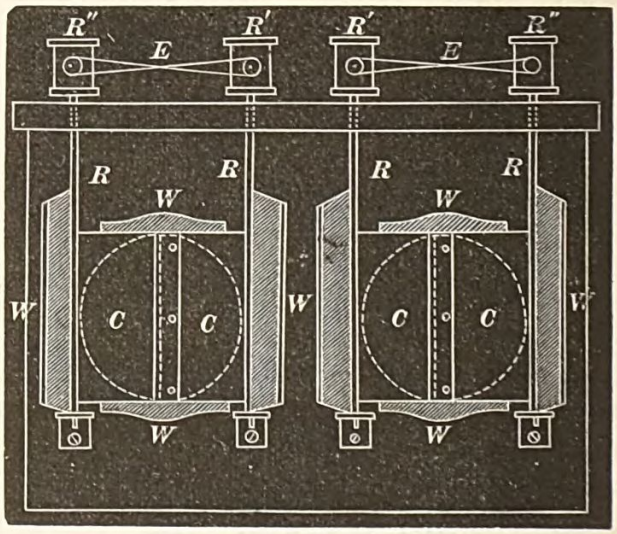


Fig. 215. Skaife's Moment-Verschluss.

Skaife's Moment-Verschluss besteht in Folgendem[40]):

Zwei durch punktirte Linien in Fig. 215 angedeutete Oeffnungen werden in einen Holzrahmen geschnitten, welcher in einer unmittelbar hinter den Linsen befindlichen Fuge läuft (auf dieselbe Art, wie das Einstellglas eingepasst ist). An der Seite zunächst dem Plattenrahmen ist ein Paar von Schliessern (*CC*) an einem Paar von Stahlstäben (*RR*), welche beiläufig die Grösse von Stricknadeln haben, angenietet. Jedes Paar von Schliessern ist aus vulcanisirtem Kautschuk etwa in der Dicke einer starken Karte gemacht und öffnet sich in der Mitte wie ein Paar Klappenthüren. Jeder Schliesser hat eine Grösse von $2^1/_4$ mit $1^1/_8$ Zoll. An einem Schliesser eines jeden Paares ist ein Streifen von Kautschuk angebracht, welcher den mittleren Spalt deckt; längs der Ränder der Schliesser sind Holzstreifen (*WW*) befestigt, um das Licht auszuschliessen. Die Stäbe (*RR*) bilden die Scharniere der Schliesser, da ihre unteren Enden in kleinen Messinglagern stecken, die oberen durch das Holz im Obertheil des Rahmens gehen, so dass sie sich frei umdrehen können. An dem äusseren Ende eines jeden Stabes ist eine kleine Rolle befestigt (*R'*). In jede von diesen sind Schrauben (*S*) eingelassen, und über jedes Paar ist ein Stück einer elastischen

39) Phot. News. 1882. S. 321.
40) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862 S. 70, aus Brit. Journ. Phot.

Schnur (*E*) gespannt, in der Art, wie die Zeichnung zeigt. Auf diese Art werden die Schliesser ganz geschlossen gehalten, indem die zusammenziehende Wirkung der Schnur die Rollen (*R'*), in welche ihre Haspen eingeführt sind, in der Richtung nach einwärts gegen einander drückt.

Soviel über die Einrichtung im Zustande der Ruhe. Nun muss die Erfindung beschrieben werden, welche die Schliesser rasch öffnet und schliesst, und deren Details in den früheren Zeichnungen der leichteren Auffassung wegen absichtlich weggelassen wurden. Zwei Lederstreifen (*L L*), in welche je ein Loch geschnitten ist, um die elastische Schnur (*E*) und den Spagat (*T*) durchzulassen, sind mittelst der Schrauben (*S S*) an den äusseren Rollen (*R''*) befestigt. Zwei Spagatstücke (*T T*) gehen von den Schrauben an den äusseren Rollen zu jenen an den inneren (*R' R'*), wie in Figur 216 angezeigt ist. Die inneren Enden der Lederstreifen sind an eine Messingplatte, den sogenannten Hammer (*B*) befestigt, welche zwei Löcher hat, durch welche zwei Stahldraht-Stangen (*G G*) gehen, die in einem am Obertheile des Dunkelkastens festgeschraubten Messing-Rahmen befestigt sind. Man wird sehen, dass, wenn der Hammer zurückgestossen wird, die Lederstreifen die äusseren Rollen (*R'' R''*) in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung herumdrehen; und da die Wirkung sich gleichzeitig auf die Spagatstücke (*T T*) erstreckt, so werden auch die inneren Rollen (*R' R'*) in der bezeichneten Weise gedreht. Da nun die Rollen und mit diesen die Stahlhaspen durch den inneren Druck des Hammers herumgedreht werden, so müssen sich die Schliesser nach auswärts drehen oder öffnen. Sobald der Hammer losgelassen wird, wirken die elastischen Schnüre (*E E*) auf die Schrauben in den Rollen so zurück, dass dieselben gegen einander gedreht werden, und die umgekehrte Thätigkeit der Vorrichtung bewirkt die Schliessung der Thüren. Man kann den Hammer einfach durch den Druck mit dem Finger zurückdrängen und dann frei lassen, so dass man nach Belieben eine augenblickliche oder eine längere Belichtung geben kann; oder man kann zu augenblicklichen Belichtungen die mechanische Hilfe eines Drückers benutzen, welcher auf den Hammer schlägt, ihn weit genug zurückdrückt, dass die Schuber sich öffnen, dann über den Hammer geht, welcher, sobald er losgelassen worden ist, die entgegenwirkende Kraft der elastischen Schnüre in Thätigkeit setzt, und so die Thüren wieder schliesst.

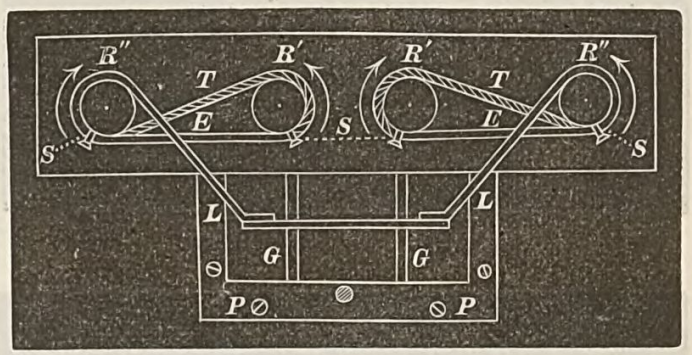


Fig. 216. Skaife's Moment-Verschluss.

Salvin's Schliesser besteht aus einem Paar vorderer und einem Paar rückwärtiger Schuber, die aus einer dünnen Messingplatte gemacht sind; wenn die Vorrichtung aufgestellt ist, treffen beide Paare in der Mitte derselben zusammen, wig Fig. 217 zeigt. Jeder Schliesser ist mittelst einer Kurbel an einem Metallringe befestigt, welcher durch einen anderen darüber fallenden schiefen Ring an der Rahmenplatte befestigt ist. An einem Stifte bei *S* ist eine elastische Schnur befestigt, welche über einen Stützpunkt an der rechten Seite des Rahmens geht (der durch einen Stift gebildet wird, an welchem eine der Kurbeln mit Scharnieren hängt), und dann

an einem Kurbel-Stift gerade unter der Feder festgemacht wird, die die Vorrichtung in Thätigkeit setzt. Wenn auf die Feder gedrückt wird, wirkt die elastische Schnur zurück, und der innere Ring wird in der durch die Pfeile angezeigten Richtung herumgedreht; bei einer gewissen Stellung werden durch die Wirksamkeit der Kurbeln alle vier Schuber auswärts gedrückt, wie Figur 218 zeigt, und somit die Belichtung bewirkt; durch das Zusammenziehen des Bandes wird der Ring wieder vorwärts gedreht, und die Schuber einwärts gestossen und geschlossen. Diese Vorrichtung wirkt äusserst schnell. Nimmt man die Feder weg, so würde sich diese Erfindung gut für einen Nebelbilder-Apparat eignen, da man einem Paare von solchen Schubern gerade die gewünschte Art der allmäligen Oeffnung der einen, und Einschliessung der dazu gehörigen anderen Ansicht geben könnte.

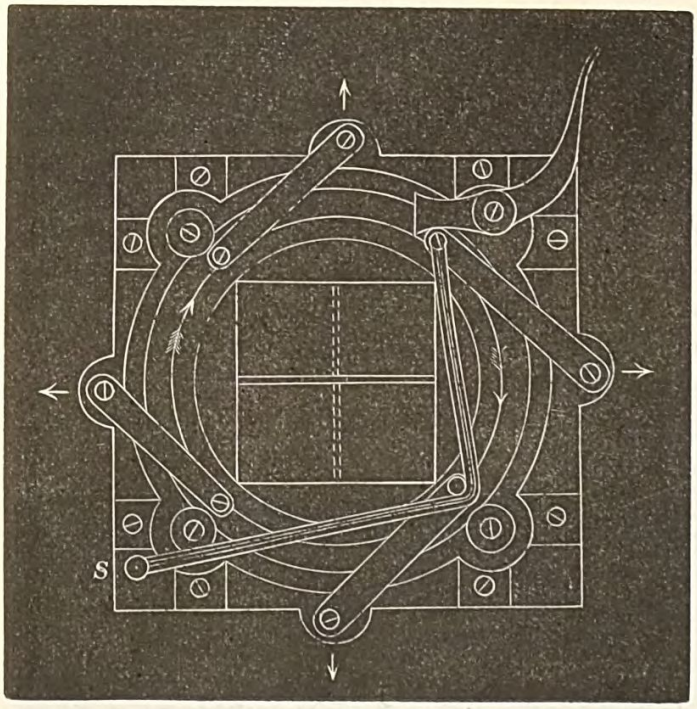


Fig. 217. Salvin's Schliesser.

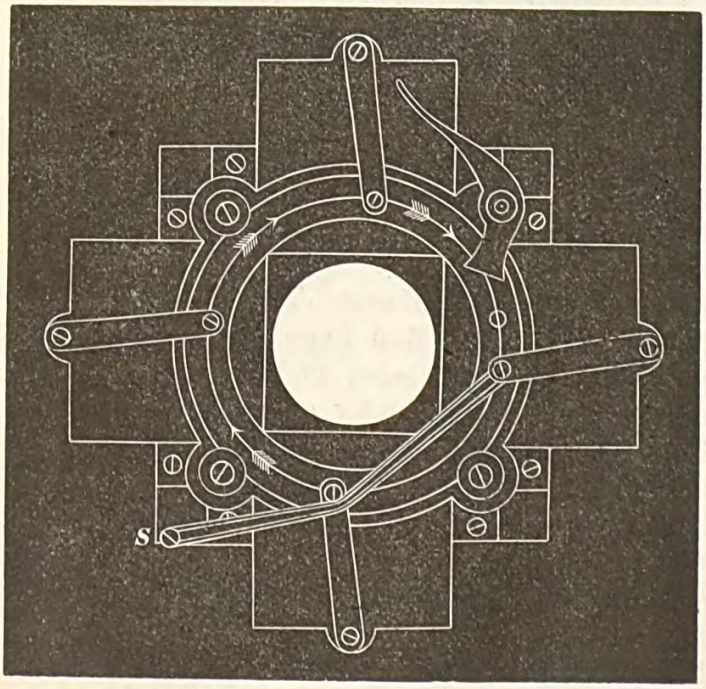


Fig. 218. Salvin's Schliesser

Londe legte der photographischen Gesellschaft folgende Abhandlung über Moment-Verschlüsse vor[41]).

Bei Construction eines Verschluss-Apparates ist die Configuration der Oeffnung, durch welche man das Licht eintreten lässt, durchaus nicht, wie man es glauben sollte, gleichgiltig; im Gegentheile, die Bestimmung der Gestalt und Grösse dieser Oeffnung ist von massgebendster Wichtigkeit, denn von derselben ist die Gleichheit der Exposition und die Gleichförmigkeit des Negativs abhängig. Auf diesen Umstand wurde S. 33 bezüglich der sogenannten Guillotine-Verschlüsse hingewiesen und derselbe gilt auch nach Londe's Erfahrung von den scheibenförmigen rotirenden Verschlüssen.

41) Bull. Soc. franç. 1881. Bd. 27. S. 24. Phot. Corresp. 1881. S. 158.

Bei Aufsuchung der zweckmässigsten Configuration, welche der Oeffnung gegeben werden sollte, wurde gefunden, dass die viereckige und kreisförmige Form sehr mangelhafte Resultate gibt.

In einer gegebenen Kreisscheibe (Fig. 219) zeichnet man die zwei Halbmesser OA und OB. Dreht man z. B. die Kreisscheibe bis die Linie OA an die Stelle der Linie OB kommt, so erfolgt diese Bewegung in einer gewissen Zeit, z. B. in einer Secunde. Alle Punkte, die in der Linie OA liegen, sind gleichzeitig in Bewegung gesetzt und gleichzeitig in der Stellung der Linie OB angekommen. Sie haben Wege zurückgelegt, die im Verhältniss ihrer Entfernung vom Mittelpunkte O stets länger sind, waren aber eben dadurch gleichsam mit einer desto grösseren Kraft getrieben, da sie alle in nur einer Secunde den Weg zurücklegten. Dient nunmehr die dreieckige Oeffnung AOB zum Eintritte des Lichtes in ein Objectiv, so erscheint es klar, dass dieses in alle Theile des Apparates in genau derselben Zeit eintreten kann, d. i. in dem obigen Beispiele eine Secunde. Dies ist aber auch genau das gewünschte Resultat und hiermit entspricht auch der erwähnte Ausschnitt den Bedingungen bezüglich der Gleichförmigkeit der Exposition.

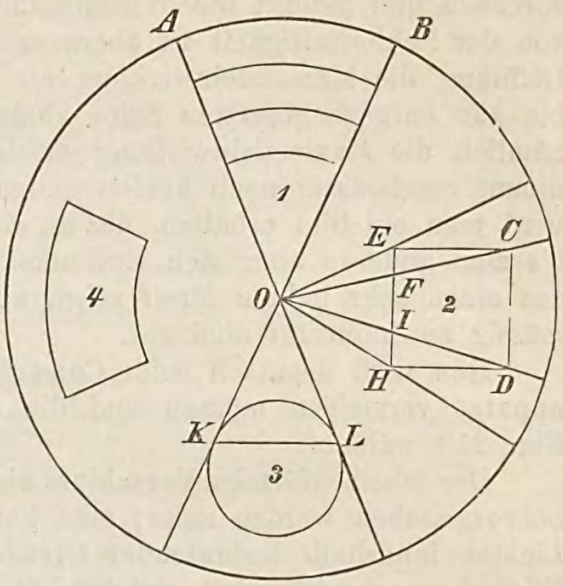


Fig. 219. Londe's Moment-Verschluss.

Alle Oeffnungen dieser Art könnten regelmässige Expositionen geben. Alle Kreisbögen, welche dem Umkreise parallel zwischen zwei Halbmessern angebracht sind, entsprechen offenbar der gleichen Expositionszeit. Was von diesen Kreisbögen gilt, wird auch von den Bogensehnen gelten, woraus der Schluss erlaubt ist, dass eine Oeffnung eine durchaus gleichförmige Exposition gestatten wird, bei welcher zwei Seiten zwischen zwei Halbmessern liegen und die anderen Seiten durch die zwei Halbmesser selbst gebildet werden.

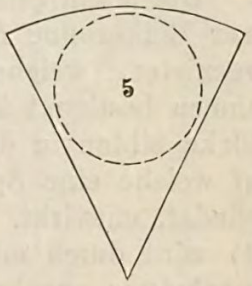


Fig. 220.
Londe's Moment-Verschluss.

Betrachtet man, wie eine viereckige Oeffnung sich verhält und ob sie die eben angegebenen Bedingungen erfüllt, indem man dieselbe wie Bild 2 in Fig. 219 einzeichnet und die vier Halbmesser zieht, welche die Ecken des Viereckes tangiren, so sieht man sogleich, dass die Theile CD und FJ einer gleichen Exposition entsprechen, da diese Theile die Sehnen von zwei parallelen Kreisbogen zwischen zwei Halbmessern sind. Die Exposition wird demnach sich in drei Perioden theilen, während der ersten tritt das Licht durch den Theil EFC der Oeffnung ein, indem sie nicht durch den oberen Theil CD treten kann, während der zweiten Periode wird der Apparat zweckentsprechend wirken und die Exposition gleichförmig sein, während des dritten Theiles wird das Licht nicht mehr durch den Theil CD eintreten, wohl aber durch den Theil JHD; wenn demnach die Dauer der

Exposition für den unteren Theil EH des Viereckes eine Secunde beträgt, wird sie für den oberen Theil nur den dritten Theil betragen.

Es erscheint überflüssig, noch weiter die Fehler dieser Form der Oeffnung zu beleuchten und muss nur noch untersucht werden, ob eine kreisförmige Oeffnung dieselben Uebelstände darbietet.

Wird eine kreisförmige Oeffnung, Bild 3 in Fig. 219, gedacht und ein am Kreis tangirender Halbmesser gezogen, so wird die gerade Linie KL, welche die Berührungspunkte verbindet, dem Maximum der Exposition entsprechen und genügt die Wiederholung der früheren Betrachtung, um sich von der Fehlerhaftigkeit zu überzeugen. Aber während bei der quadratischen Oeffnung die Maximaleinwirkung an einer Seite stattfindet und regelmässig bis zur entgegengesetzten Seite abnimmt, findet hier das Gegentheil statt, nämlich die Maximaleinwirkung erfolgt an einer Stelle des Umkreises und nimmt regelmässig nach beiden Seiten ab. Mit der erstgenannten Oeffnung wird man ein Bild erhalten, das an einem Rand sehr gut beleuchtet erscheint, bis zum anderen aber sich verdunkelt, mit der zweiten wird ein Bild erzielt, das einen sehr lichten Streif zeigt, aber nach beiden Seiten desselben regelmässig an Intensität abnimmt.

Man wird demnach beide Constructionen der Oeffnungen am Verschlussapparat vermeiden müssen und die bereits früher angedeutete Form 4 in Fig. 219 wählen.

Der scheibenförmige Verschluss bietet noch einen grossen Vortheil, welcher hervorgehoben werden muss; man kann nämlich die Menge des eintretenden Lichtes innerhalb bedeutender Grenzen verändern, es genügt nämlich den Winkel zu vergrössern, welchen die beiden die Kreisöffnung tangirenden Halbmesser bilden. Was bisher bei Construction der Guillotine-Verschlüsse wegen der grossen Länge des Brettes unmöglich war, erscheint bei dieser Art von Verschlüssen leicht ausführbar. Es erscheint sogar zweckmässig, die ganze Menge des Lichtes auszunützen, die der Apparat einzulassen gestattet und zu diesem Zwecke die Scheibe auf ein einfaches Kreissegment zu reduciren, s. Nr. 5, Fig. 220.

Londe legte später folgenden Moment-Verschluss vor[42]):

Der wichtigste Theil des Apparates ist eine Stahlscheibe A, welche mit einer Einkerbung B versehen ist; an dieser Scheibe ist ein Messingstück C angenietet, welches die verschiedenen Kreisausschnitte aus Carton aufzunehmen bestimmt ist, welche das Objectiv E verdecken sollen. Diese zwei Stücke bilden in der That nur eins und sind an der Centralaxe F befestigt, auf welche eine Spiralfeder G, welche in einem unbeweglichen Gehäuse sich befindet, einwirkt. Das Zahnrad I, welches mit der Centralaxe F verbunden ist, wird durch eine Feder F gehalten, welche auf dem Träger des Kreisausschnittes angebracht ist. Der Einkerbung B gegenüber befindet sich am äussersten Ende des Hebels L ein Zahn K. Eine Auslösung M, die von der Aussenseite der Camera in Bewegung gesetzt werden kann, wirkt auf den Hebel in dem Augenblicke der Exposition. Der Zahn K wird in der Einkerbung B durch eine Feder N festgehalten und bewirkt, dass die Scheibe A unbeweglich festgehalten wird. Wenn man nun die Feder G aufzieht, tritt keine Bewegung ein, wenn hingegen mittelst der Auslösung M der Zahn K aus der Einkerbung B gehoben wird, so wird die Scheibe A frei, die Feder G findet nun keinen Widerstand und reisst durch Vermitt-

42) Bull. Soc. franç. 1881. Bd. 27, S. 183. Phot. Corresp. 1882. S. 159.

lung des Sperrzahnes O den Träger des Cartonausschnittes C und die Stahlscheibe A mit sich. In Folge dessen bleibt das Objectiv mehr oder weniger lang unbedeckt, je nach der Spannung der Feder und der Grösse des Kreisausschnittes aus Carton. In jedem Falle kann jedoch die Scheibe

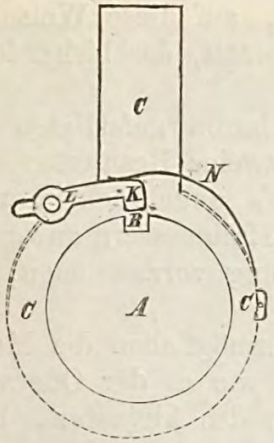


Fig. 221.

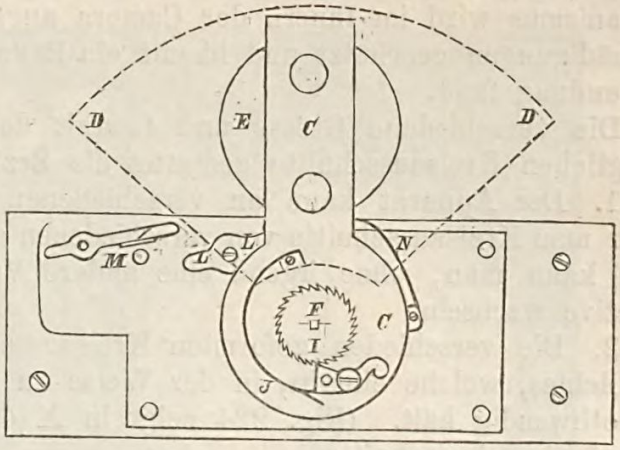


Fig. 222.

Londe's Verschluss.

A Stahlscheibe, B Einkerbung, C Träger des Kreisausschnittes, D Zeichnung der Begrenzungslinie des Kreisausschnittes, E Objectiv, F Axe, G Gehäuse der Triebfeder, I Zahnrad, J Feder des Sperrzahnes, K Sperrzahn, L Hebel des Sperrzahnes, M Auslösung, N Feder des Sperrzahnes, O Sperrzahn der Verzahnung, P Zahnrad, Q Zeiger, R Zifferblatt.

nur eine Umdrehung machen, da der Hebelarm der Auslösung M, sobald er den Hebel L gehoben und die Bewegung der Scheibe A veranlasst hat, diesen Hebel überragt und nicht mehr den Zahn K aushebt. Die Feder N wirkt demnach und wenn die Einkerbung B unter den Zahn K kommt, tritt letzterer sogleich in die erstere und bringt den Apparat in vollkommen sicherer Weise zum Stillstand. Mittelst einer Verzahnung folgt ein Zahnrad P allen Bewegungen der Centralaxe.

Ein Zeiger Q gibt alle Bewegungen dieses Zahnrades an, so dass es genügt, das Zifferblatt R, welches auf der Aussenwand der Camera angebracht ist, zu betrachten, um die Spannung der Feder zu controliren.

Ist die Feder G in Ruhe, so steht der Zeiger Q auf der Ziffer 0 des Zifferblattes. Sobald man dieselbe Spannung der Feder und eben dadurch dieselbe Geschwindigkeit wünscht, genügt es, den Zeiger zur selben Zahl gelangen zu lassen. Ist eine gewisse Schnelligkeit für einen bestimmten Gegenstand als geeignet befunden worden, so genügt es, bei derselben Zahl zu bleiben.

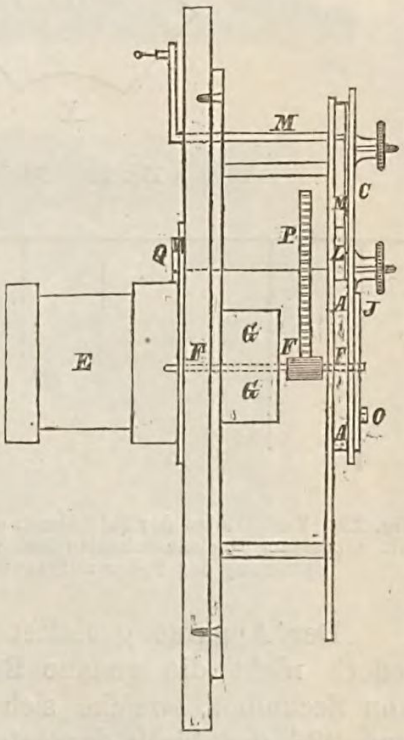


Fig. 223. Londe's Verschluss.

Der Hebel M der Auslösung hat eine besondere Einrichtung. Er ist ein gebrochener Hebel, dessen beide Theile durch eine kleine, an der unteren Seite angebrachte Feder versteift werden, wie dies auf der Fig. 221 ersichtlich ist. Der Hebel wirkt dann, als ob er aus einem Stücke hergestellt

wäre. Ist die Exposition vollendet, so muss der Hebel in die frühere Stellung gebracht werden. Da der Hebel *L* der Scheibe *A*, welcher den Apparat in Ruhe erhält, nicht verschoben werden kann, so knackt der Hebel *M* ein und lässt sich, indem er gleichsam kürzer wird, in die ursprüngliche Stellung zurückführen, in der er durch die Feder erhalten wird. Der ganze Mechanismus wird im Innern der Camera angebracht, auf diese Weise vor Beschädigungen geschützt und hiemit ein Raum ausgenützt, der bisher keine Verwendung fand.

Die verschiedene Grösse und Gestalt der aus Carton gefertigten und beweglichen Kreisausschnitte gestattet die Erzielung zweier Resultate:

1. Der Apparat kann an verschiedenen Camera's angebracht werden, indem man Kreisausschnitte von verschiedenen grossen Halbmessern anwendet. Auch kann man, ohne irgend eine andere Veränderung vorzunehmen, die Objective wechseln.

2. Die verschieden geformten Kreisausschnitte ermöglichen die Menge des Lichtes, welche eintritt, in der Weise zu ändern, wie es der Operateur für nothwendig hält. (Fig. 224 zeigt in *X* die Form des kleinsten, in *F* des grössten Ausschnittes.)

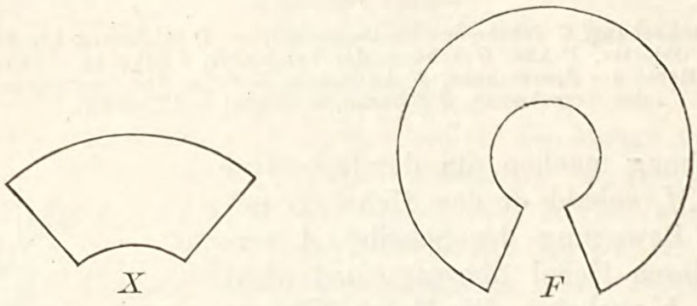


Fig. 224. Minimum und Maximum des Kreisausschnittes.

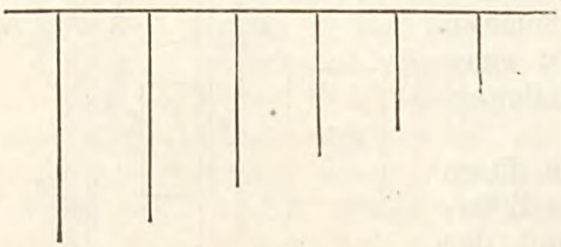


Fig. 225. Verhältniss der Fallbahnen einer Scheibe, mit kleinstem Kreisausschnitte bei verschiedener Spannung der Feder aufgenommen.

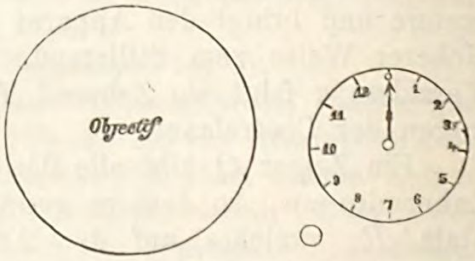


Fig. 226. Objectiv mit Zifferblatt.

Der Apparat gestattet die Erzielung verschieden langer Expositionen, jedoch nicht die genaue Bestimmung der Expositionsdauer in Bruchtheilen von Secunden, welche sich jedoch leicht berechnen lässt und in Fig. 225 und 226 graphisch dargestellt ist. (s. S. 353).

Boca construirte 1881[43]) einen chronometrischen Verschluss-Apparat, welcher eine beliebige Exposition von $2^1/_2$ bis $^1/_{50}$ Secunde gestattet. Der Apparat (Fig. 227 und 228) besteht aus einem Chronometer, einem Schieber zum Oeffnen *A*, einem Schieber zum Schliessen *B*, einem Hebelsystem *C* aus sehr biegsamem Stahl, welches den gleichzeitigen Gang des Chronometers und

43) Phot. Corresp. 1881. S. 205.

des Oeffnungs-Schiebers vermittelt, einem Auslösungsblättchen *D*, welches sich der Rückbewegung des Hebels *C* entgegensetzt, dem Knopf *E*, um das Plättchen *D* zu bewegen und den Apparat mit dem Finger in Bewegung zu setzen, dem Arm *F*, welcher an der Axe des Verschluss-Schiebers *B* angebracht ist, um ihn in die gehörige Stellung zu bringen, dem Arm *G*,

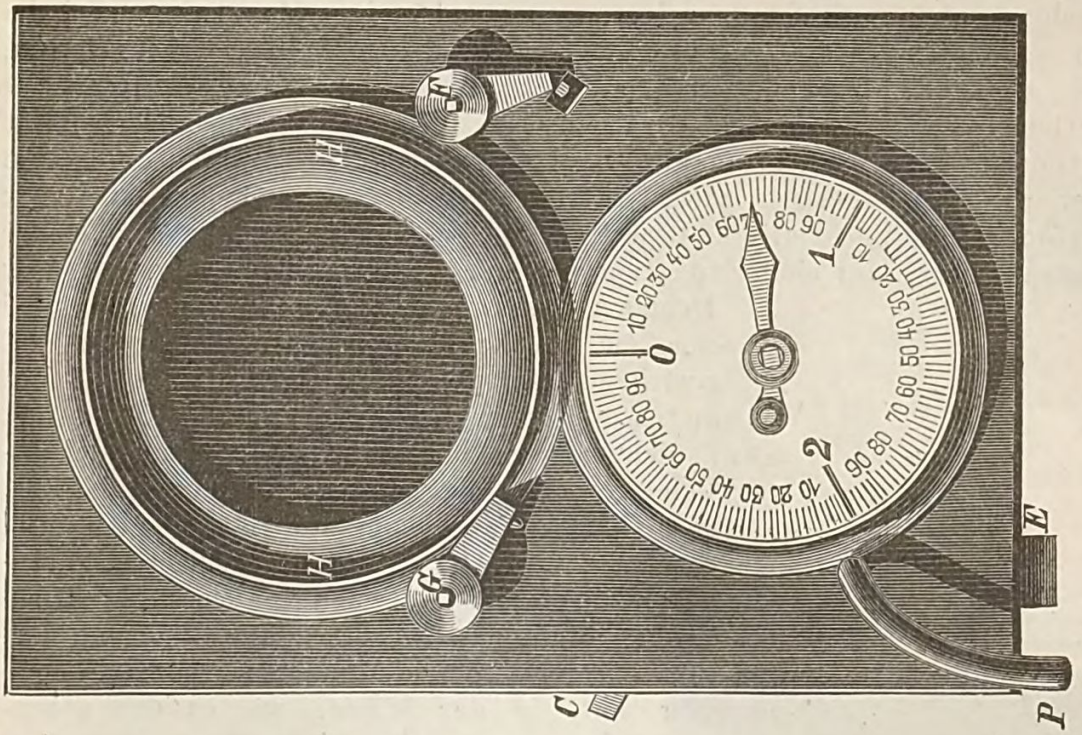


Fig. 227. (Aeussere Ansicht.)

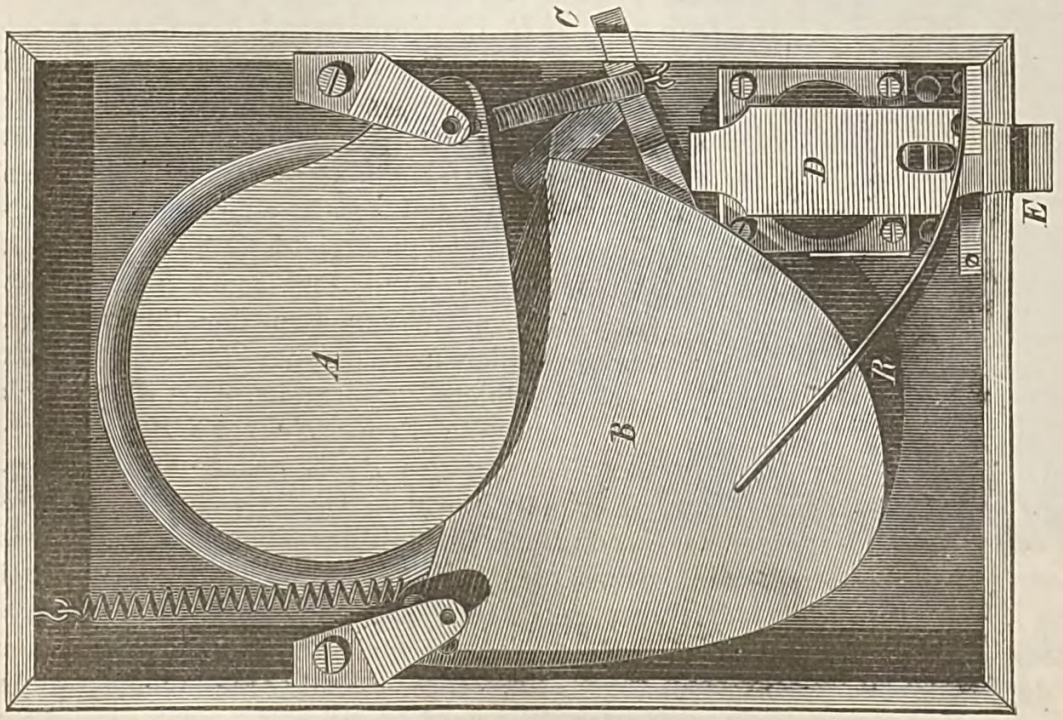


Fig. 228. (Innere Ansicht.) Boca's chronometrischer Verschlussapparat.

welcher die gleiche Function bei dem Oeffnungs-Schieber *A* versieht, dem Ringe *H*, welcher bestimmt ist, an dem Objectiv befestigt zu werden, dem Rohr *P*, welches mit der Birne des pneumatischen Apparates in Verbindung steht, der Feder *R*, welche Erschütterungen des Apparates durch den Oeffnungs-Schieber *A* verhindert.

V. Moment-Verschlüsse mit Klappen.

Die Moment-Verschlüsse mit Klappen können entweder durch irgend eine federartig wirkende Kraft oder durch die Schwerkraft in Bewegung gesetzt werden. Im ersteren Falle sind sie von der Richtung, in der der Verschluss wirkt, gleichfalls vollkommen unabhängig. Man kann dabei die eben genannten Federn auf zwei ganz verschiedene Weisen wirken lassen, indem sie nämlich entweder gespannt werden und nach der Auslösung schnell das Objectiv öffnen und wieder verschliessen, oder indem eine andere Kraft das Objectiv öffnet, welches dann beim Aufhören jener ersten Kraft durch eine Feder wieder geschlossen wird. In diese letztere Klasse gehört auch der S. 325 erwähnte pneumatische Objectiv-Verschluss, der bei möglichst schneller Benutzung immerhin eine Exposition von nur $^1/_3$ Secunde gestattet.

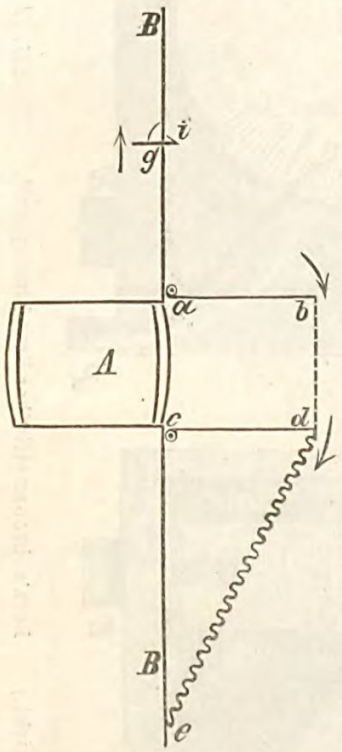


Fig. 229.
Klappen-Verschluss.

Dennoch muss im Auge behalten werden, dass bei so schnellem Arbeiten von beiden Seiten gegen einander wirkende Klappen die Ränder des Gesichtsfeldes bedeutend kürzer exponiren, als die Mitte und somit nicht die vortheilhafteste Art kurzer Belichtung liefern, was ja aber auch bei diesen Apparaten, welche als Objectiv-Verschlüsse für längere Expositionen construirt sind, nicht Wunder nehmen darf. — Alle Klappen-Verschlüsse, welche eine möglichst gleichmässige Belichtung des Gesichtsfeldes bezwecken, müssen mit in derselben Richtung wirkenden Klappen versehen sein, in der Weise, wie es das nebenstehende Schema veranschaulicht. Dort bedeutet *A* das Objectiv, *BB* die Vorderwand der Camera, *ab* und *cd* zwei um *a* und *c* drehbare Klappen, die bei *b* und *d* durch zwei sich diagonal kreuzende Arme so verbunden sind, dass sie stets ihre Parallelität bewahren müssen. Der Punkt *d* ist nun mit dem Punkt *e* der Camerawand durch eine starke Spiralfeder verbunden, welche bestrebt ist, die Klappe *cd* ganz gegen die Camerawand, und somit *ab* vor das Objectiv zu klappen. Wenn nun der Punkt *b* mit dem daran befindlichen Schnepper bei *i* eingehakt wirkt, so ist das Objectiv gleichfalls, jetzt aber durch *cd* verdeckt, und die Feder *de* auf's Höchste gespannt. Drückt man jetzt in der Richtung des Pfeils gegen die Zunge *g*, so zieht die Feder beide Klappen schnell vor dem Objectiv vorbei, dieses dabei öffnend und schliessend. Um die Schnelligkeit des Moment-Verschlusses zu modificiren, kann man die Distanz des Punktes *e* vom Objectiv variabel machen, und ausserdem über das durch die Kanten *b* und *d* begrenzte Rechteck eine Platte mit einem breiteren oder schmäleren Schlitz legen, der dann durch die Feder vorüberbewegt wird. Diesen Schlitz kann man, wenn die ganze Bewegung in horizontaler Richtung stattfindet, auch dreieckig machen, um den Himmel kürzer zu exponiren; überhaupt wird es sich in diesem Falle empfehlen, die Backen verstellbar zu machen. Ob man an Stelle der Feder ein starkes Gummiband verwenden will, bleibt natürlich dem Ermessen des Einzelnen überlassen. — Eine andere Methode, die Belichtung variabel für verschiedene Theile der Platte zu machen, würde darin

bestehen, dass man beide Klappen sich mit verschiedener Geschwindigkeit senkrecht bewegen liesse. Allein der Mechanismus würde hierfür sehr complicirt ausfallen und viel weniger handlich sein, als der eben beschriebene.

Sehr bequem, aber auch nur sehr geringer Variation fähig sind alle Apparate, die nur oder hauptsächlich auf der Schwerkraft beruhen. Der einfachste besteht wohl in einer Klappe vor dem Objectiv, die man mit der Hand hebt und sobald das Objectiv ganz offen ist, zurückfallen lässt. Durch ihn wird unter allen Umständen der Himmel kürzer exponirt; er lässt sich daher auch nicht im Inneren der Camera anbringen, da dort die Wirkung gerade die umgekehrte sein würde. — Schon wesentlich vollkommener und von schnellerer Wirkung ist ein System zweier verbundener Klappen, wie das oben beschriebene, die durch Schwerkraft getrieben in senkrechter Richtung herabfallen. Leider gewähren sie nicht die Möglichkeit grosser Variation in der Belichtung verschiedener Theile derselben Platte, wenn man nicht, wie Busch es in einem seiner Apparate gethan hat, die Schnelligkeit der Bewegung zum Schluss wieder durch die Gegenwirkung einer Feder aufheben und hierdurch die Construction wesentlich compliciren will. Die Intensität der Belichtung im Ganzen kann nur durch die Breite des durch die fallenden Klappen bewegten Spaltes modificirt werden, so dass dieser Construction in jeder Beziehung ihre Grenzen ziemlich eng gesteckt sind. — Von allen Klappen-Verschlüssen gilt, dass sie nur dann im Innern der Camera sich anbringen lassen, wenn der Abstand zwischen Objectiv und Platte gross genug ist. Fasst man alle diese beengenden Bestimmungen zusammen, so sieht man leicht, dass die Klappen-Verschlüsse im Grossen und Ganzen als Moment-Verschlüsse die am wenigsten zu empfehlenden sind. (Stolze.[44])

Beim Ross'schen Moment-Verschluss wird das Oeffnen und sofortige Schliessen der Klappe durch eine einfache Vorrichtung automatisch besorgt. An einem Ende ihres oberen Randes steht ein krummer Metallhebel hervor, über welchen die Schleife einer elastischen Schnur gespannt ist, welche an einem Arme am unteren rückwärtigen Rande der Grundplatte festgemacht ist. Sobald der Verschluss-Haken ausgehoben wird, zieht die elastische Schnur die Klappe in die Höhe; sobald sie an einem gewissen Punkte angelangt ist, gleitet sie vom Hebel ab und die Klappe fällt zurück (Fig. 230[45]).

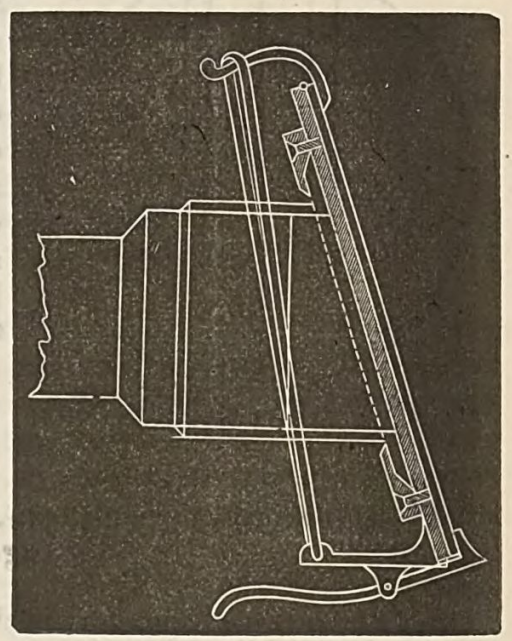


Fig. 230. Ross'scher Moment-Verschluss.

Einen Objectiv-Verschluss mit zwei sich öffnenden Thüren liess sich Beisgen in Deutschland 1879 patentiren[46]).

Zschokke's Moment-Verschluss beruht auf ähnlichen Principien:

1. Die zwei Deckel öffnen und schliessen sich in der Mitte des Objectives.

44) Phot. Wochenbl. 1881. S. 221.
45) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. S. 79, aus Brit. Journ. Phot. Bd. 8, S. 257.
46) Phot. Archiv. 1879. S. 190.

2. Ihre Bewegung findet in einer Ebene statt, wodurch die Wirkung des Objectivs in keiner Weise beeinträchtigt wird.

3. Das Objectiv wird während der Expositionszeit nicht erschüttert.

4. Die Schnelligkeit der Expositionszeit lässt sich nach Gutdünken des Operateurs innerhalb der Grenzen von circa $^1/_2$ bis $^1/_{50}$ Secunde vermindern oder beschleunigen.

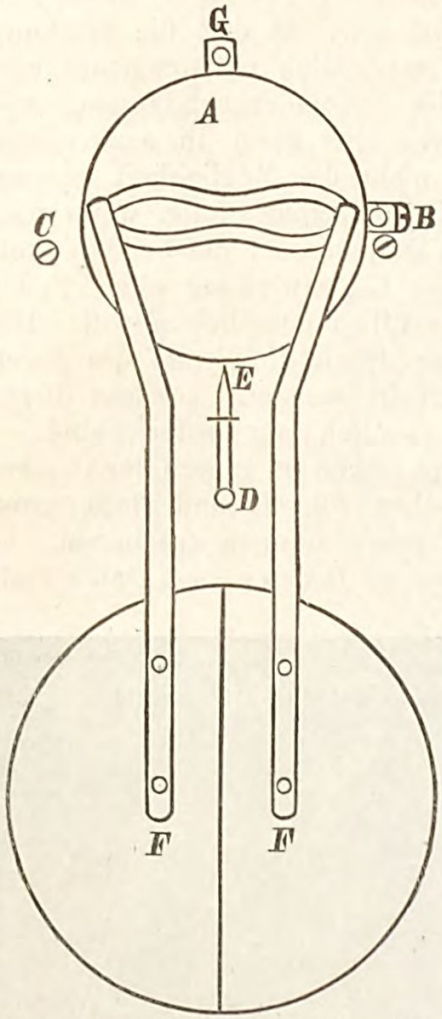


Fig. 231. Zschokke's Moment-Verschluss.

Betreffs der Handhabung des Apparates ist Folgendes zu bemerken:

Soll der Verschluss in Activität treten, so dreht man die Scheibe A vermittelst des Knopfes B um 180°, so dass dieser auf C zu liegen kommt. Zugleich wird auf den Hebel D ein sanfter Druck ausgeübt, wobei die Scheibe A durch den Arretirhebel E in dieser Lage festgehalten wird. Im geeigneten Moment drückt der Operateur auf den Gummiballon, wodurch der Arretirhebel wieder ausgelöst wird; die Scheibe A dreht sich wieder in die Ruhelage zurück, indem sie zugleich ein Oeffnen und Schliessen der beiden Deckel F und F' bewirkt. Auf der Rückseite des Apparates befindet sich eine Spiralfeder in einem Gehäuse, durch welche die Schnelligkeit der Bewegung der Scheibe, respective das Oeffnen und Schliessen der Deckel regulirt werden kann. Soll mit dem Objectiv eingestellt werden, so bringt man den Knopf B nach G und drückt zugleich auf den Hebel D, wobei der Arretirhebel die beiden Deckel geöffnet erhält. Ein Druck auf den Gummiballon bewirkt nach erfolgter Einstellung wiederum das Schliessen des Objectives.

Diesen Verschluss bringt Steinheil in München in den Handel.

VI. Moment-Verschlüsse, welche im Innern des Objectives angebracht sind.

Jamin liess eine durchlöcherte Metallplatte, die zugleich als Blende diente, in der Mitte des Objectives (zwischen beiden Linsen) fallen[47]). Dadurch wird eine möglichst grosse Lichtkraft bei kurzer Exposition angestrebt.

Die einfachste Form eines im Innern des Objectives zwischen den Linsen angebrachten Moment-Verschlusses zeigt Fig. 232 und 233. B ist das Objectiv, C die Oeffnung zum Einsetzen der Blenden. Unmittelbar dahinter ist ein Einschnitt in die Messingfassung gemacht, in welcher das Fallbrett A gleitet oder durch die Gummischnur FE gezogen wird. Der

47) Horn's Phot. Journal. 1862. Bd. 17, S. 59.

Vorsprung *D* hindert das Herausnehmen des Fallbrettes nach oben. Ein solcher Moment-Verschluss ist z. B. für die amerikanischen „Morrison Rapid Group Lens“ adoptirt.

Rouch stellte auf der Londoner Weltausstellung 1862 einen dem vorigen ähnlichen Verschluss mit zwei Klappen aus, welcher vor den Linsen befestigt war und Cox führte zur selben Zeit eine kleine Doppelklappe vor, welche an der Blende fixirt war[48]).

Auch der in Fig. 204 S. 338 abgebildete Verschluss kann im Innern des Objectivs befestigt sein.

Moment-Verschlüsse, welche sich von der Mitte aus öffnen, haben theoretisch ihren besten Platz in der Mitte des Objectives an Stelle der Blenden[49]); indess ist der Verschluss hier schwierig anzubringen.

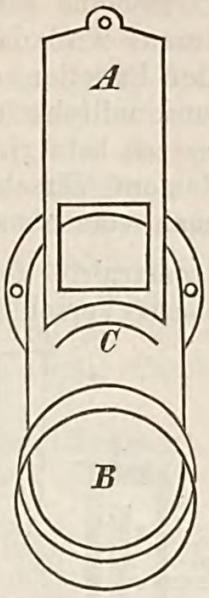


Fig. 232.

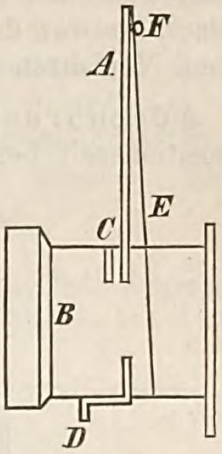


Fig. 233.

Fall-Apparat im Innern des Objectives.

VII. Bestimmung der Zeitdauer, während welcher sich ein Moment-Verschluss öffnet und schliesst.

Die Zeitdauer, welche während des Oeffnens und Schliessens eines Moment-Verschlusses verstreicht, soll genau bekannt sein; nicht nur, um zu beurtheilen, ob die Platte ausexponirt ist oder nicht, sondern auch, ob der Verschluss rasch genug functionirt. Für langsam sich bewegende Objecte wird man einen langsameren Verschluss wählen, als im entgegengesetzten Fall. Die nöthige Anleitung ist in diesem Hefte S. 318 und 326 gegeben.

Vickers[50]) 1859 und Spiller 1882 empfahl folgenden Weg: Man nimmt eine Uhr, bei welcher der grosse Zeiger nach Entfernung des Pendels in der Secunde eine Umdrehung macht, setzt ein schwarzes Zifferblatt und einen glänzenden weissen Zeiger auf, theilt das Zifferblatt in 100 Theile und exponirt mit dem Moment-Verschluss auf die von der Sonne beschienene Uhr. Das verwaschene Zeigerbild (es sollte etwa $2^1/_2$ cm lang sein) gibt in Hundertsteln einer Secunde die Expositionszeit[51]).

Axtmann schlug einen ähnlichen Weg ein. Er liess durch einen Gehülfen einen Stab in je einer Secunde im Kreise schwingen[52]).

Verfasser geht folgendermassen vor[53]): Ein Gehülfe schwingt vor dem Objectiv mit ausgestrecktem Arme ein Stück brennenden, mittelst einer Zange gehaltenen Magnesiumdraht. In einer Secunde wird eine Schwingung im

48) Vogel, Die Photographie auf der Londoner Weltausstellung. 1863. S. 48.
49) Cadett, The Phot. Journ. 1882. S. 186.
50) Phot. Archiv. 1860. S. 27.
51) Phot. News. 1882. S. 283. Phot. Wochenbl. 1882. S. 199.
52) Phot. Wochenbl. 1882. S. 199.
53) Bullet. de l'Associat. Belge de Phot. 1882. S. 285.

Kreise gemacht. Nun wird der Moment-Verschluss in Thätigkeit gesetzt und das erhaltene Bild des rotirenden Lichtpunktes entwickelt. Man erhält ein sehr deutliches, scharfes Kreissegment. Der Durchmesser des geschwungenen Armes wird auf der Visirscheibe gemessen und der entsprechende Kreis auf Papier gezeichnet. Hierauf wird das Kreissegment, welches das brennende Magnesium während der Function des Moment-Verschlusses auf der Platte bildete, aufgetragen und mittelst eines Transporteurs gemessen, den wievielten Theil des Kreises es beträgt. Ist z. B. das Segment $^1/_{10}$ des ganzen Kreises, so war der Moment-Verschluss während $^1/_{10}$ Secunde geöffnet. Bei diesem Verfahren ist man vom Sonnenlicht ganz unabhängig.

Addenbrooke construirte folgenden Apparat zur Bestimmung der Expositionszeit bei Moment-Verschlüssen[54]):

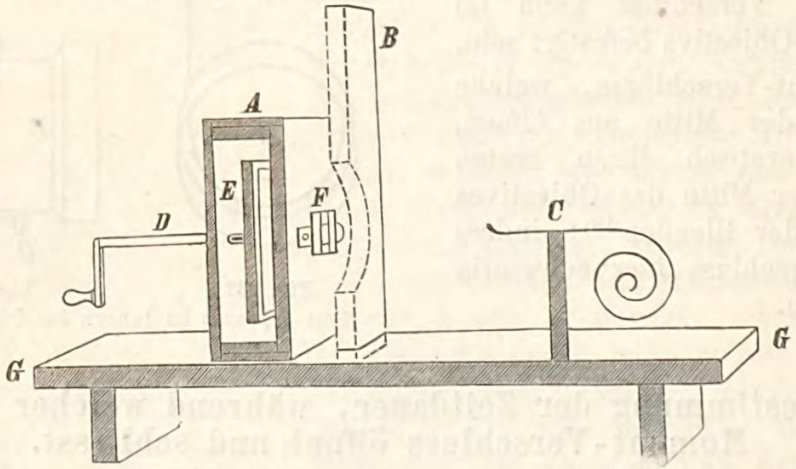


Fig. 234. Addenbrooke's Apparat zur Bestimmung der Expositionszeit.

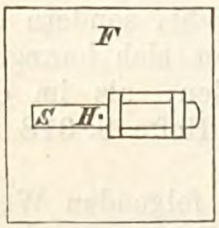


Fig. 235.

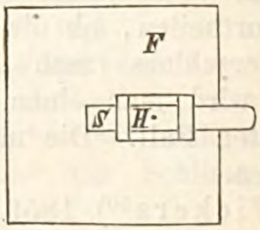


Fig. 236.

Addenbrooke's Apparat zur Bestimmung der Expositionszeit.

Eine kleine Bromsilbergelatine-Platte ist bei E (Fig. 234) mittelst eines Kautschukbandes an der drehbaren Axe D befestigt und alles in ein lichtdichtes Kästchen A eingeschlossen. An der Vorderseite des Kästchens ist bei F eine Ebonitplatte S (Fig. 235 und 236) angebracht, in welche genau im Centrum ein kleines Loch H ($^1/_{10}$ Zoll) gebohrt ist. Befindet sich das Loch genau gegenüber dem Mittelpunkte der sich drehenden Bromsilbergelatine-Platte und fällt Licht ein, so entsteht dort ein schwarzer Punkt. Wird das Loch durch Verschieben der Ebonitplatte auf die Seite gebracht (Fig. 235 und 236), so verursacht das einfallende Licht auf der Bromsilbergelatine-Platte das Entstehen eines Kreises oder Kreis-Segmentes. Zum Gebrauche bringt man vor dem Loche den Moment-Verschluss B an, zündet

54) The Photogr. Journal. 1882. S. 188. Phot. News. 1882. S. 428.

bei *C* Magnesiumdraht an, dreht die Axe *D* mit der Hand gleichmässig (z. B. 1 mal in der Secunde) und setzt den Verschluss in Thätigkeit. Wird ein Kreissegment, welches gleich $^1/_{10}$ des ganzen Kreisumfanges ist, durch das einfallende Licht gezeichnet, so war der Verschluss $^1/_{10}$ Secunde offen.

Für einen Guillotine-Apparat, bei welchem ein Brett in freiem Fall an der Objectivöffnung vorübergeleitet, kann man die Expositionszeit aus der Fallgeschwindigkeit und der Objectivöffnung berechnen.

Im Nachfolgenden ist eine von Dr. Holetschek in Wien gerechnete diesbezügliche Tabelle mitgetheilt. Sie gilt für eine quadratische Oeffnung im Fallbrett, deren Seite gleich dem Durchmesser des Objectives ist. Je höher die Oeffnung des Fallbrettes über der Objectiv-Oeffnung gelegen ist, desto rascher gleitet sie bei letzterer vorüber in Folge der beschleunigten Fall-Geschwindigkeit. Dadurch ist ein Mittel an die Hand gegeben, die Expositionszeit in einem genau bekannten Grade abzukürzen.

Tabelle zur Berechnung der Expositionszeit beim Fall-Apparat.

Abstand der Oeffnung des Fallbrettes über der Oeffnung des Objectives.		2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm	
Objectiv-Durchmesser.	4 cm	$^1/_{16}$	$^1/_{22}$	$^1/_{27}$	$^1/_{13}$	$^1/_{35}$	$^1/_{43}$	$^1/_{50}$	$^1/_{55}$	$^1/_{61}$	Belichtungszeit in Secunden.
	5 cm	$^1/_{13}$	$^1/_{18}$	$^1/_{22}$	$^1/_{25}$	$^1/_{28}$	$^1/_{34}$	$^1/_{40}$	$^1/_{44}$	$^1/_{49}$	
	6 cm	$^1/_{10}$	$^1/_{15}$	$^1/_{18}$	$^1/_{21}$	$^1/_{23}$	$^1/_{29}$	$^1/_{33}$	$^1/_{37}$	$^1/_{40}$	
	7 cm	$^1/_{9}$	$^1/_{13}$	$^1/_{16}$	$^1/_{18}$	$^1/_{20}$	$^1/_{25}$	$^1/_{28}$	$^1/_{32}$	$^1/_{35}$	
	8 cm	$^1/_{8}$	$^1/_{11}$	$^1/_{14}$	$^1/_{16}$	$^1/_{18}$	$^1/_{21}$	$^1/_{25}$	$^1/_{28}$	$^1/_{30}$	

Der Gebrauch dieser Tabelle ist einfach. Es befindet sich z. B. die Oeffnung des Fallbrettes 4 cm über jener des Objectives (von Mittelpunkt zu Mittelpunkt gemessen); das Objectiv habe 6 cm Linsen-Durchmesser, so ist die Expositionszeit gleich $^1/_{15}$ Secunde. (Die Verringerung der Geschwindigkeit durch Reibung, Luftwiderstand etc. ist hier vernachlässigt.)

VIII. Vorrichtungen um sich bewegende Objecte im richtigen Momente photographiren zu können.

Es ist schwierig schnell sich bewegende Gegenstände, wie Ruderboote, Dampfboote, rennende Thiere scharf zu erhalten. Es ist keine Zeit, die Platte rasch genug an die Stelle der Visirscheibe zu bringen, sobald man merkt, dass das Bild in der richtigen Lage sich befindet.

Wie rasch man auch hierbei verfahren mag, einige Secunden werden darüber hingehen und das sich bewegende Object, welches man in seiner Bewegung erfassen wollte und dessen sehr scharfes Bild man auf der Visir-

scheibe hatte, wird sich weiter bewegt haben, folglich das Bild unscharf geworden sein.

Es wurde deshalb empfohlen eine besondere Camera zu construiren.

Fig. 237 ist die Zeichnung von Disdéri's Camera zu Moment-Aufnahmen von Stereoscop-Bildern[55]). Ueber der zur Aufnahme bestimmten Camera ist eine zweite mit denselben Objectiven angebracht, welche nur zum Einstellen dient.

A ist die Cassette mit der empfindlichen Platte, *B* die feste Visirscheibe; diese beiden Theile bewegen sich gleichzeitig mit dem Rücktheile der Camera. Eine Scheidewand *D* von der Breite des Rücktheiles der Camera theilt diese in zwei Hälften, die der Cassette und die der Visirscheibe, die Scheidewand *E* theilt den Vordertheil der Camera. *FF'* sind zwei Paare Stereoscop-Objective. *G* ist ein bewegliches Brettchen, welches als Moment-Verschluss dient; durch Ziehen an dem Knopf *H* wird es gehoben, durch die Gummischnur *ii* nach unten gezogen. Die Objective sind von ganz gleicher Brennweite und die Platte befindet sich in derselben Ebene, wie die Visirscheibe. — Will man eine Aufnahme machen, so setzt man die Cassette *A* mit der empfindlichen Platte an ihre Stelle, stellt das Bild auf der Visirscheibe ein und zieht den Schieber rasch empor, welcher sofort zurückfällt, sobald man den Knopf loslässt.

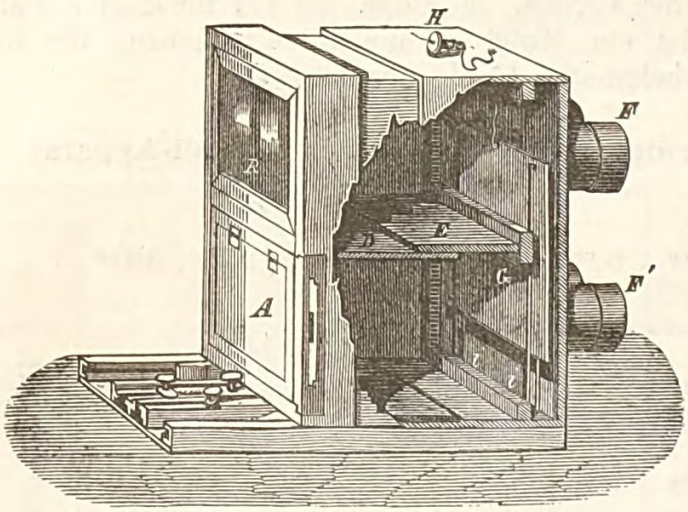


Fig. 237. Disdéri's Camera zu Moment-Aufnahmen.

Selbstverständlich wird man gegenwärtig einen besseren, pneumatisch oder electrisch auszulösenden Moment-Verschluss mit dieser Camera combiniren.

Andererseits wurde gerathen, mit der Camera eine Art Telescop zu verbinden, welches vorn eine Linse vom Focus des photographischen Objectives hat und fest mit dem Vordertheil der Camera verbunden ist. Das zum Telescop gehörige matte Glas ist an dem Hintertheil der Camera befestigt. Man macht Alles zur Aufnahme fertig, stellt mit Hülfe des Telescopes scharf auf den Gegenstand ein und löst den Momentverschluss aus[56]).

Derartige neue Vorrichtungen zu diesem Zwecke sind in Cap. XIV (namentlich gelegentlich der Detectiv-Camera) beschrieben.

55) Disdéri, Die Photographie als bildende Kunst. 1864. S. 96.
56) Photogr. Times. 1882. S. 189. Phot. Wochenbl. 1882. S. 232.

VIERZEHNTES CAPITEL.

DIE CAMERA OBSCURA UND DEREN ZUBEHÖR.

Literatur.

O. Buehler, Atelier und Apparat des Photographen. 1867. — H. W. Vogel, Lehrbuch der Photographie. 1878. — Monckhoven, Traité général de Photographie. 1880. — Monckhoven, Photographische Optik. 1866. — Liébert, La Photographie en Amérique. 1878. — H. W. Vogel, Die Photographie auf der Londoner Weltausstellung. 1862. — Pizzighelli, Anleitung zur Photographie für Touristen. 1882. — Kleffel, Handbuch der practischen Photographie. 1880.

Die Camera obscura, schlechtweg „Camera“ oder „Dunkelkasten“, nimmt wohl nur die zweite Stelle im Apparate ein; dennoch darf sie nicht mit Nachlässigkeit angefertigt werden, weil eine schlecht gearbeitete Camera dem Photographen unglaubliche Schwierigkeiten bereiten kann.

Die Camera wird meistens aus Nussbaumholz oder Mahagoniholz gefertigt und an den Ecken durch Messingbeschlag verstärkt; jedoch sind auch Cameras ganz aus Metall oder aus gewebtem Zeug in Verwendung.

Die Camera soll polirt sein. Die Politur ist nicht nur zum Schmuck und zur Zierde, sondern sie ist zur Vollendung eines guten Instrumentes unumgänglich nöthig, weil sie ein treffliches Schutzmittel gegen Nässe ist.

Es gibt verschiedene Arten von photographischen Cameras, deren wichtigste hier vorgeführt werden.

I. Die einfache Kasten-Camera ohne Auszug.

Die einfache Kasten-Camera besteht aus einem Holzkästchen (Fig. 238), an dessen einer Seite die Linse befestigt ist, während an der anderen Seite in einem Rahmen (Cassette) eine mattgeschliffene Glasscheibe (Visirscheibe) sich befindet.

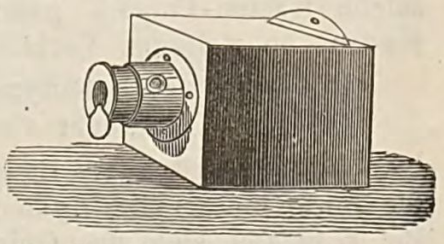


Fig. 238. Einfache Kasten-Camera.

Auf dieser matten Scheibe wird nun das Bild verkehrt (vergl. Heft III, S. 208) sichtbar. Erscheinen die Conturen des Bildes nicht scharf, so schiebt man entweder die Linse (das Objectiv) in seiner Metallfassung vor oder rückwärts, oder bewegt die Visirscheibe (Scharf-Einstellen des Bildes).

Fig. 238 zeigt eine Camera, bei welcher das Bild durch Verschieben des Objectives eingestellt wird.

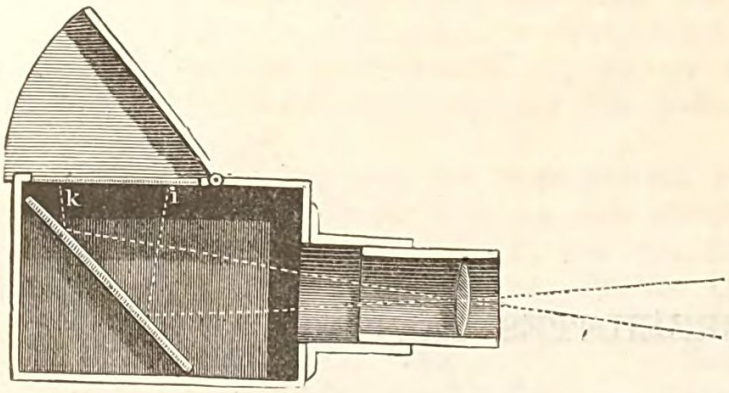


Fig. 239. Camera mit Spiegel.

Die Beurtheilung des Bildes ist für den ganz Ungeübten wegen der verkehrten Lage des ersteren schwer. Deshalb hatte man früher entweder im Innern der Camera (Fig. 239) oder besser hinter der Visirscheibe einen Spiegel im Winkel von 45 Grad angebracht, welcher das Bild aufrecht stellt.

Sutton liess vor 20 Jahren eine Camera für augenblickliche Aufnahmen patentiren, welche das Einstellen erleichterte, dass ein aufrecht stehendes Bild auf einer horizontalen Visirscheibe eingestellt wird. Ein geneigter Spiegel (Fig. 240) ist im Innern der Camera angebracht, welche das Bild nach aufwärts wirft. Eine Klappe am oberen Theil der Camera dient zum Verdecken der Visirscheibe. Exponirt wird durch Heben des Spiegels, wodurch das Bild zur empfindlichen Platte gelangt.

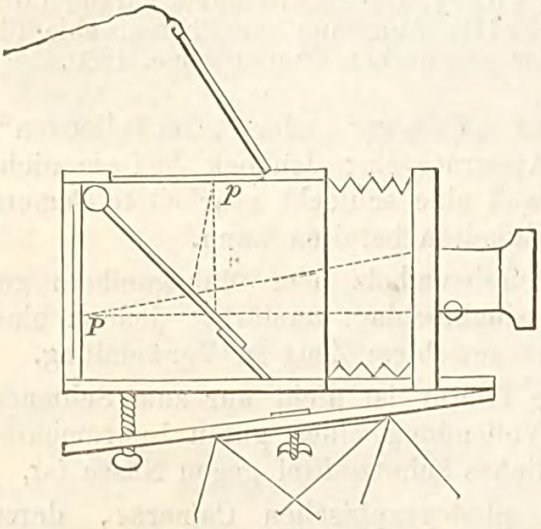


Fig. 240. Sutton's Camera.

Einen solchen Umkehrungsspiegel brachte Clinedinst in Baltimore hinter der Visirscheibe an; diese Construction ist in Fig. 241 abgebildet[1]). Hinter der Visirscheibe wird unter einem Winkel von 45° der Spiegel unter Abhaltung von seitlich einfallendem Licht beseitigt. Man blickt von oben hinein und sieht das Bild aufrecht.

Eine Camera ohne Auszug ist nur dann verwendbar, wenn geringe Verschiebungen am Objectiv genügen, das Bild einzustellen. Dies wird z. B. der Fall sein, wenn Aufnahmen in kleinem Format oder von bestimmter Grösse mit einer Linse von bestimmter Brennweite gemacht werden sollen. Jede solche Kasten-Camera passt nur für Linsen, welche eine zur Tiefe des Kastens im richtigen Verhältniss stehende Brennweite haben.

Die alten Daguerreotyp-Cameras hatten eine solche Form (s. Fig. 239). Sie waren entweder viereckig oder cylindrisch.

Voigtländer zog in den vierziger Jahren für Daguerreotyp-Cameras die Form eines cylindrischen Rohres aus Messing (*A*), wie in Fig. 242, vor. Bei *f* befand sich das Objectiv mit dem Deckel; *c* Trieb des Objectives. Bei *e* war die Röhre auseinander zu nehmen; daselbst befand sich die matte Scheibe (resp. die empfindliche Platte). Der Ansatz *h* trug die Loupe *i*,

1) Liébert, La Photographie en Amérique. 1878. S. 27.

welche das Scharf-Einstellen ermöglichte. Das Stativ *n* konnte auf einen Tisch gestellt werden. Auf den Trägern *e e* ruhte die Camera[2]).

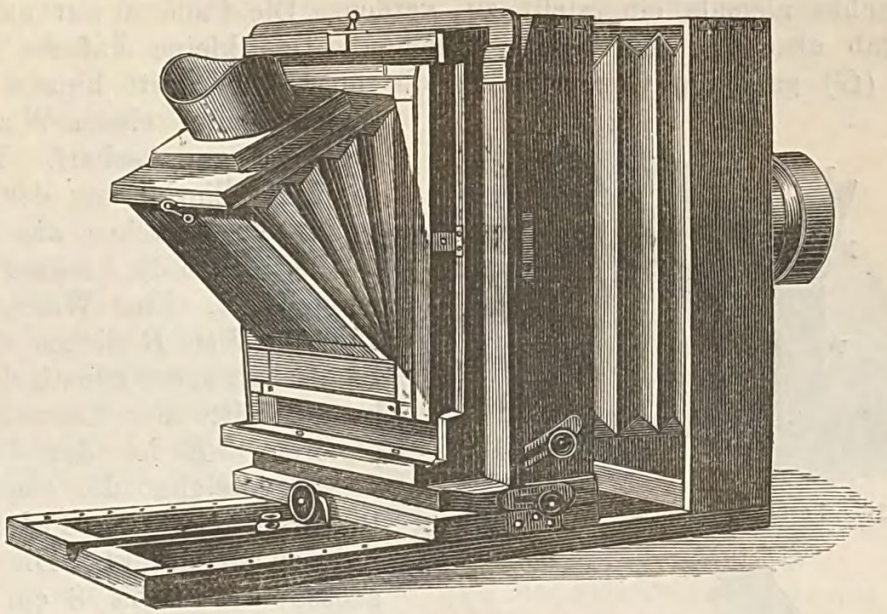


Fig. 241. Vorrichtung zum Aufrechtstellen der Bilder auf der Visirscheibe.

Melhuish kam 1858 nochmals auf die Verwendung von Metallblech zur Camera zurück, weil dieser Stoff von keinem Wechsel des Climas etc. berührt wird. Er benutzte galvanisch versilbertes Kupferblech und hob hervor, dass bezüglich des geringen Raumes eine solche Camera alle anderen übertrifft[3]). Fig. 243 und 244 zeigt Melhuish's Stereoscop-Camera.

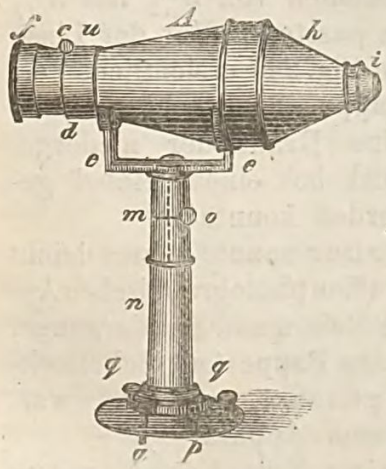


Fig. 242.
Voigtländer's Daguerreotyp-Camera.

Fig. 243.

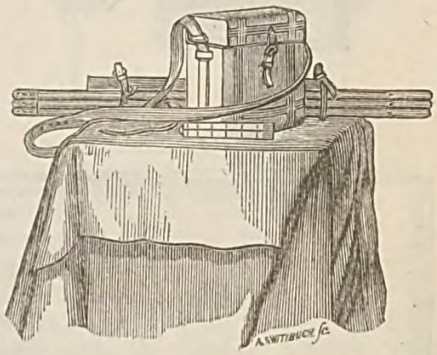


Fig. 244.
Melhuish's Metall-Camera.

Kleine Reisecameras aus einem einzigen Kästchen bestehend, bei welchen nur die Objectivhülse verschiebbar ist, werden noch gegenwärtig als Dilettanten-Apparate in den Handel gebracht (sog. Scenographen).

2) Dingler's Polytechn. Journ. 1842. Bd. 83, S. 85 und 187. Halleur, Die Kunst der Photographie. 1853. S. 22.

3) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 51; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 1.

Einen sehr compendiösen Apparat dieser Art legte Bertsch 1860 der französischen photographischen Gesellschaft unter dem Namen „Automatische Camera“ vor[4]); dieselbe hatte weder Cassette noch Visirscheibe und brauchte niemals eingestellt zu werden. Die Camera war nur 10 cm gross, gab also nur sehr kleine Bildchen. Das kleine einfache (37 mm) Objectiv (*G*) gab alle Gegenstände, die über 20 Schritt hinaus entfernt waren, unter einem Winkel von 23 Grad ganz scharf. Fig. 245 zeigt die Einrichtung der Camera. *A* ist ein Kästchen aus Messing, welches durch die Ansätze *J* und *L* versteift ist. Eine Wasserwage *C* und ein Visir *B* dienen dazu, die Landschaft in der günstigsten Weise in die Mitte der Cassette *M* zu placiren. *E* ist der Cassettendeckel, welcher die empfindliche Platte mittelst einer Feder an die Rahmen *M* drückt. Die Plattengrösse war 6 bis 8 cm im Gevierte; die Bildchen wurden vergrössert. Die Camera wurde auf ein Stativ, welches wie ein Reisestock zusammengelegt werden konnte, gesetzt.

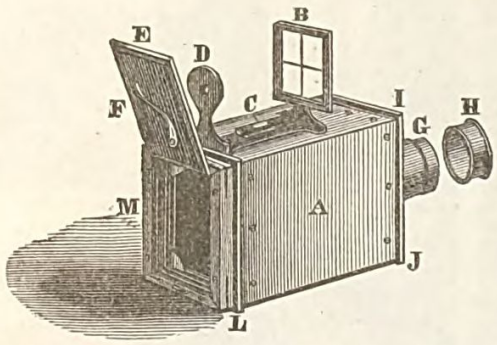


Fig. 245. Bertsch's Automatische Camera.

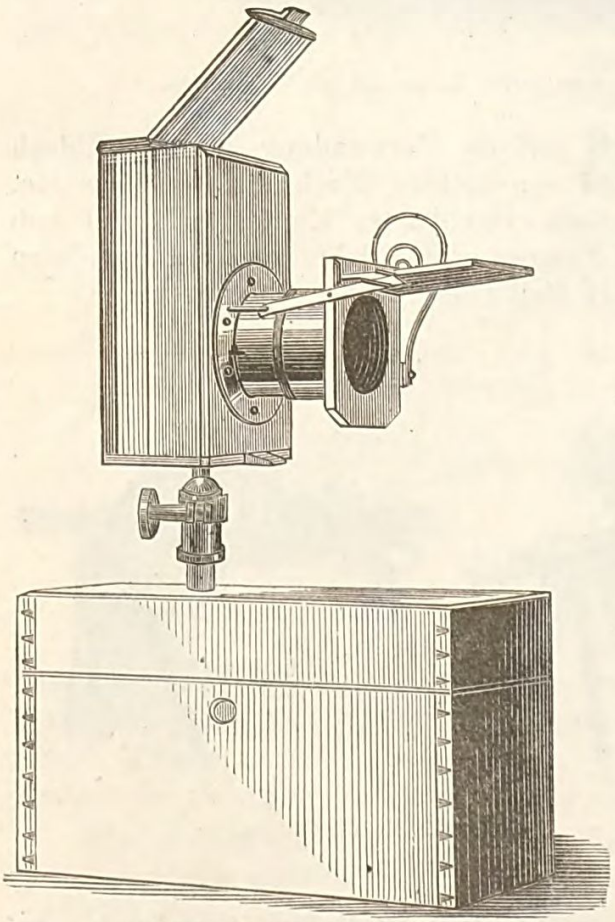


Fig. 246. Ottewill's Camera.

Ottewill construirte eine Miniatur-Camera (Fig. 246), welche in ein Kästchen von $5^1/_2$ mit $3^1/_2$ Zoll Tiefe passte[5]). Vor der Linse war die in Fig. 247 ersichtliche Verschlussklappe angebracht, welche durch eine Drahtfeder niedergedrückt und bei einem Hebel geöffnet werden konnte[5]).

Fischer nannte seinen leicht transportablen photographischen Apparat, für Reisen und Spaziergänge, welcher aus Pappe (mit Schellack-Lösung getränkt) gemacht war, „Vademecum-Apparat“[6]).

Kleine Taschen-Camera können aus Metallstäben, welche mit schwarzem Zeug überzogen sind, hergestellt werden, wie z. B. G. Edwards 1855 angab[7]).

4) Phot. Archiv. 1860. S. 156. Horn's Phot. Journ. Bd. 16, S. 99 und Bd. 19, S. 65. Monckhoven's Phot. Optik. 1866. S. 164.

5) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 102; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 317.

6) Phot. Mitth. 1867. Bd. 4, S. 103.

7) Journ. phot. Lond. Bd. 2, S. 161 u. f. Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1855. S. 35.

Eine neuere zusammenlegbare Taschen-Camera für Trockenplatten, bei welcher eine Tuch-Camera an einem Gerippe von Holz und Metalldraht befestigt ist, macht Fig. 247 ersichtlich. Sie wird (mit Doppel-Cassetten) von Dubroni in Paris unter dem Namen „Le Stéréographe, Appareil photographique de poche“ in den Handel gebracht.

Ein sehr kleiner zusammenlegbarer Landschafts-Apparat für Trockenplatten im Stereoscopenformat wurde von Deyrolle in Paris construirt und „Scenograph“ genannt. Die Camera besteht aus Vorder- und Hinterbrett mit dazwischen gesetztem lichtdichtem Zeug und lässt sich gänzlich zusammenlegen. Beigegeben sind: Objectiv, Theilwand für Stereoscop-Aufnahmen, Iconometer, 6 Cassetten aus Pappendeckel; die Camera bewegt sich in einem Kugelgelenk. Das Stativ besteht aus einem Dreifuss, dessen einzelne Theile in einander gesteckt werden konnten und dann einen Spazierstock bilden [8]).

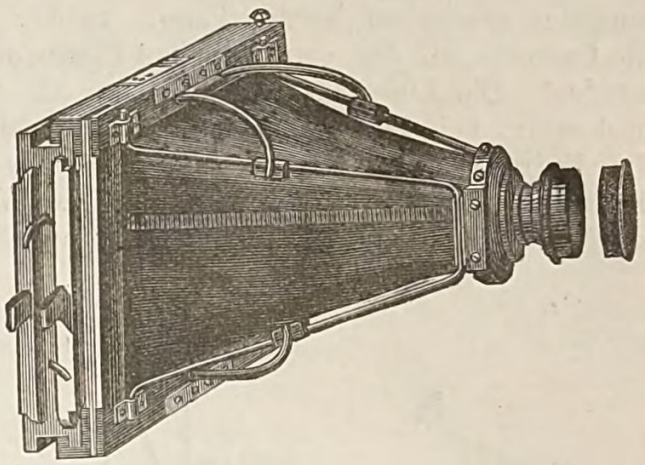


Fig. 247. Dubroni's Taschen-Camera.

Zu Reisen etc. wurde von Bolas die „Detectiv-Camera“ construirt. Man benutzt selbe für Gruppen und Vorgänge, welche rasch und unbemerkt aufgenommen werden sollen. Man benutzt dazu Objective von sehr kurzer Brennweite.

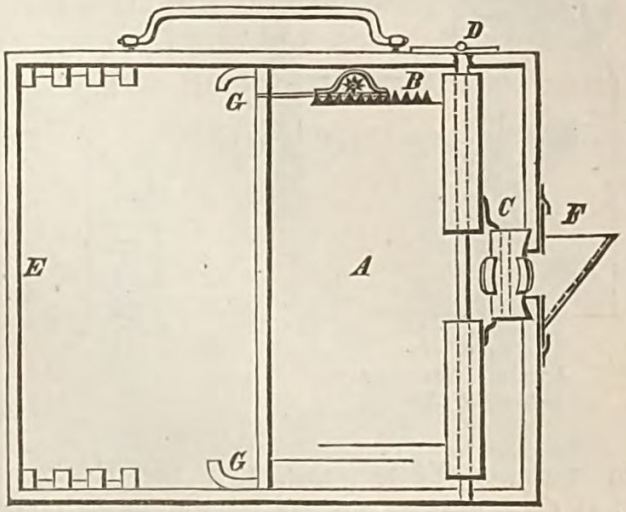


Fig. 248. Bolas' Detectiv-Camera.

Da die Einstellung wegen Kürze der Zeit nicht wie gewöhnlich mit der matten Scheibe gemacht werden kann, so muss das Einstellen am Trieb des Objectives geschehen, an dessen Stellung man entnimmt, für welche Distanz eingestellt ist. Da man in diesen Fällen nur kleine Bilder macht, so unterliegt der Abstand des Bildes vom optischen Mittelpunkte für die verschiedenen Distanzen des aufzunehmenden Objectes geringen Schwankungen. Z. B. ist für ein kleines Porträtobjectiv von ungefähr 12 cm Brennweite und 54 mm Oeffnung:

Abstand des aufzunehmenden Objectes	Abstand des Bildes vom optischen Mittelpunkt
4,32 m	12,35 mm
12 m	12,12 mm
2 m	12,12 mm

8) Phot. Mitth. 1874. Bd. 11, S. 188.

Es ist dabei gut, das Ganze als einen Kasten zu arrangiren, den man leicht auf jede Kiste oder jeden anderen Gegenstand stellen kann. Der Moment-Verschluss wird am besten pneumatisch ausgelöst[9]).

Bolas[10]) beschreibt seine Detectiv-Camera folgendermassen:

A (Fig. 248) ist eine doppelte Messingblechbüchse, welche durch ein Zahnrad und eine Zahnstange *B* nach Art der Objectiv-Fassung auseinander geschoben werden kann. In die Rinnen (Coulissen) bei *G G* kann die Cassette mit der empfindlichen Platte oder die Visirscheibe eingeschoben werden. Die Linse befindet sich bei *C*. Der vordere Theil der Messingbüchse ist bei *D* an das äussere Holzgehäuse befestigt. Bei *E* können drei Extra-Doppelcassetten eingeschoben werden. Ein daselbst angebrachtes Thürchen gestattet den Einblick auf die Visirscheibe. An dem Schraubenkopf (bei *B*) ist eine Kreiseintheilung angebracht, an der man ablesen kann,

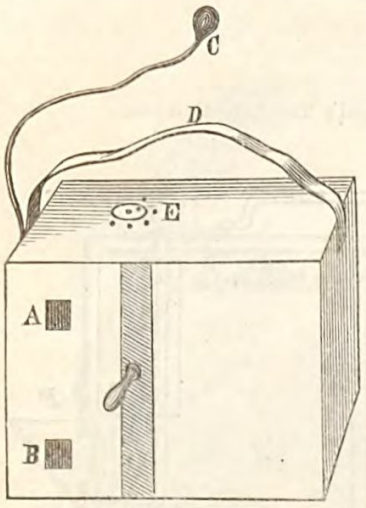


Fig. 249.
Aeussere Ansicht der Detectiv-Camera.

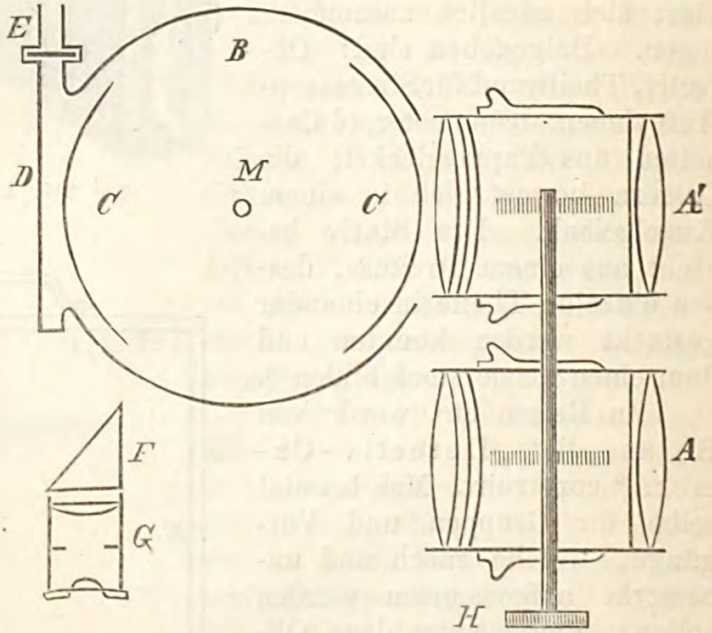


Fig. 250. Bolas' Detectiv-Camera.

in welcher Entfernung sich die Rückwand (bei *G*) von der Vorderwand (bei *C*) befindet; am besten ist es, gleich die Distanzen einzuschreiben, für welche der zu photographirende Gegenstand scharf eingestellt ist. Vor dem Objectiv ist ein Moment-Verschluss (der S. 388 beschriebene) angebracht. Vor der Oeffnung kann ein Reflexionsprisma *F* angebracht werden. Dasselbe täuscht die aufzunehmende Person über die Richtung, nach welcher der Apparat wirkt; das Ganze kann dann auf die Ebene *E* gestellt werden.

In Fig. 249 ist die äussere Ansicht der Detectiv-Camera abgebildet. *A* ist die Oeffnung für das zur photographischen Aufnahme dienende Objectiv, *B* für das zum Einstellen benützte Objectiv, *C* Kautschuk-Ballon für den pneumatischen Moment-Verschluss, *D* Riemen zum Tragen des ganzen Kästchens. Bei *E* befindet sich die Oeffnung, durch welche das Auge beim Einstellen blickt[11]).

9) Phot. Wochenbl. 1881. S. 174.
10) Phot. News. 1881. S. 231.
11) Phot. News. 1881. S. 45.

Die eben beschriebene Anordnung kann dann getroffen werden, wenn man einen Aplanat, Euryscop, Rectilinear oder dergl. benutzt. Diese Objective arbeiten genügend tief und geben ein hinlänglich ausgebreitetes scharfes Bild, so dass das jedesmalige Einstellen mittelst der Visirscheibe überflüssig ist.

Bei Porträt-Objectiven erscheint jedoch das Einstellen von Vortheil. Bolas benutzt in diesem Falle[12]) zwei ganz gleichartige Objective (von gleicher Brennweite); das eine dient zum Einstellen, das andere zum Photographiren. Fig. 250 zeigt die getroffene Anordnung. A und A' sind zwei gewöhnliche Porträt-Doppel-Objective, welche durch einen gemeinschaftlichen Zahn-Trieb H bewegt werden. Das Bild des einen Objectivs A fällt auf die bei D befindliche empfindliche Platte. In der cylindrischen Büchse CBC dreht sich um die Axe M ein anderer Cylinder, welcher an zwei entgegengesetzten Seiten offen ist. Wenn der Cylinder in der Stellung von Fig. 251 ist, so sind die Lichtstrahlen von der empfindlichen Platte abgehalten. Dreht man ihn aber um $^1/_4$ seines Umfanges, so fällt das Bild auf die Platte. Für Momentaufnahmen kann man den inneren Cylinder durch eine Feder spannen und eine halbe Umdrehung rasch bewirken. — F ist ein rechtwinkliges Glasprisma, welches das Bild des Objectivs A in das Ocular bei G reflectirt und mittelst welchem scharf eingestellt wird.

II. Die Kasten-Camera mit Auszug.

Grösseren Spielraum in der Verwendung gestattet die Kasten-Camera mit Auszug. Sie besteht aus einem Kasten B Fig. 251, worin sich ein

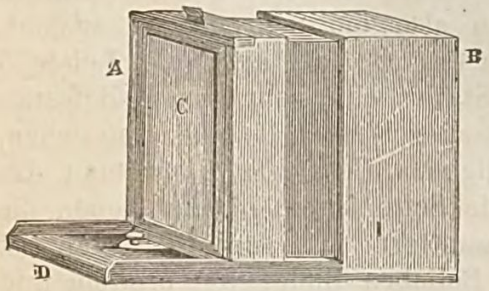


Fig. 251. Kasten-Camera mit Auszug.

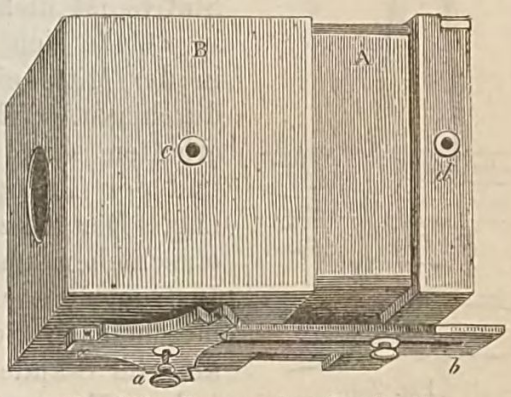


Fig. 252. Camera ohne Fussbrett.

zweiter Kasten A hin- und herschieben lässt. In diesem letztern befindet sich der Rahmen mit dem matten Glase C. Um den verschiebbaren Kasten A, schlechtweg der Auszug genannt, in bestimmter Lage festhalten zu können, ist das mit B verbundene Brett D, wie Figura zeigt, mit einem Spalt versehen und an den Kasten A ein Messingstreifen befestigt, von dem aus eine Klemmschraube in den Spalt hinabreicht. Dadurch kann man der Camera obscura innerhalb gewisser Grenzen jede beliebige Länge geben, je nachdem man den Kasten A einschiebt oder auszieht und ihn mit der Klemmschraube feststellt. Das Objectiv befindet sich an der Vorderseite des Kastens B.

Die eben beschriebene Camera hat nur einen Auszug A, doch gibt es auch solche, die mehrere Auszüge haben[13]).

12) Phot. News. 1881. S. 533.

13) Vergl. über die Camera mit mehrtheiligem Auszug Buehler, Atelier und Apparat des Photographen. 1859. S. 169.

Sie bestehen entweder aus mehreren in einander geschobenen Holz- oder innen geschwärzten Kupfer-Kästen[14]; diese Apparate sind jedoch als gänzlich veraltet zu bezeichnen.

Der in Fig. 251 dargestellten Form werden sehr oft verschiedene Nebendinge beigegeben, welche zu ihrer Verbesserung wesentlich beitragen. So wird z. B. der Auszug *A* durch Zahn und Trieb bewegt, das gewöhnliche matte Glas durch mattes Spiegelglas ersetzt und das Objectiv an einem beweglichen Brettchen befestigt. Die allerwesentlichste Abänderung ist aber die Vertauschung der viereckigen Form mit der rechtwinkligen, weil man dadurch befähigt wird, sowol Aufnahmen in der Länge als in der Breite zu machen, indem man blos die Stellung des Brettchens zu ändern braucht (Fig. 252). (Monckhoven.)

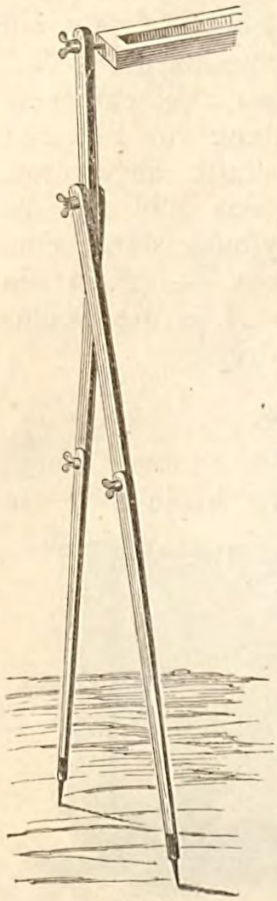


Fig. 253.
Ergänzungsfuss des Stativs.

Die Form in Fig. 252, ohne Fussbrett, wurde besonders im Felde für sehr grosse Cameras verwendet, doch bedient man sich dabei eines Ergänzungsfusses (Fig. 253), um das Ganze fester zu stellen. Der Vordertheil des Kastens *B* hat ein rundes Loch zur Aufnahme des Objectivs. Unten und an der Seite (*C*) befinden sich messingene Schraubenmuttern, zu welchen Druckschrauben, wie in *a*, passen. Der Auszug *A* hat ebenfalls zwei gleiche Stücke, das eine sieht man in *d*, in dem anderen, unten befindlichen, steckt eine Druckschraube. Der in unserer Figur sichtbare Triangel des Stativs ist nicht einfach, sondern hat eine Aushöhlung, in welche sich eine Holzleiste (*b*) schieben lässt, welche in der Mitte eine Spalte hat, die zwei Druckschrauben durchlässt. Wenn man also die Schraube *a* anzieht, erhalten sowol der Kasten *B*, als auch die Leiste *b* und der Triangel des Stativs eine sehr grosse Befestigung. Der Auszug *A* lässt sich nach Belieben ausziehen, einschieben und befestigen. Uebrigens kann man das Instrument auch auf die Seite legen. Dazu dienen die messingenen Schraubenmuttern in *c* und *d*. Man ist also im Stande, nach Belieben Bilder von breitem und hohem Formate aufzunehmen.

III. Die Balg-Camera.

Die Bestrebung vereinfachte und tragbare photographische Apparate zu construiren, bewog Séguier schon 1839 die Camera für Daguerreotypien mit blasebalgförmigem Gehäuse zu versehen, so dass sie sich zusammenfalten und an einem Henkel leicht tragen liess. Der Apparat wurde in einen Kasten eingeschlossen, welcher auch das Jodkästchen, das Quecksilberkästchen, Schalen etc. enthielt. Um den Dreifuss wurde ein Mantel von undurchsichtigem Zeug gehängt, welcher ein Dunkelzelt bildete[15]. Dieser Apparat wurde von Séguier in der Sitzung vom 9. October 1839 der Société d'encouragement vorgelegt.

14) Z. B. nach Jamin, Bull. Soc. franç. Phot. 1858. S. 288.
15) Bull. Soc. d'encouragement. März 1840. Dingler's Journ. Bd. 76, S. 129.

Diese Verbesserung hat sich vollständig eingebürgert; die Camera mit Blasebalg-Auszug hat die Kasten-Camera verdrängt.

Der Holz-Auszug der Kasten-Camera wird bei der Balg-Camera durch einen ganz wie die Bälge der Ziehharmonika oder Blasebälge gefalteten grossen Balg aus dunkler Leinwand (meistens mit Lederecken besetzt, oder aus Kautschukleinwand[16]) ersetzt der sich zwischen den beiden Hälften einer Camera ausziehen und zusammenschieben lässt. Diese Einrichtung bietet neben grosser Leichtigkeit den Vortheil, dass man die Camera auf einen engen Raum zusammendrücken und auf eine bedeutende Länge ausziehen kann. Dadurch ist es möglich, die Camera für Objective von sehr verschiedener Brennweite zu verwenden.

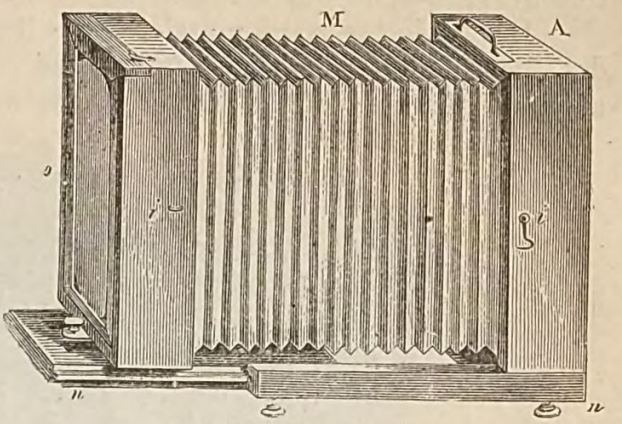


Fig. 254. Balg-Camera.

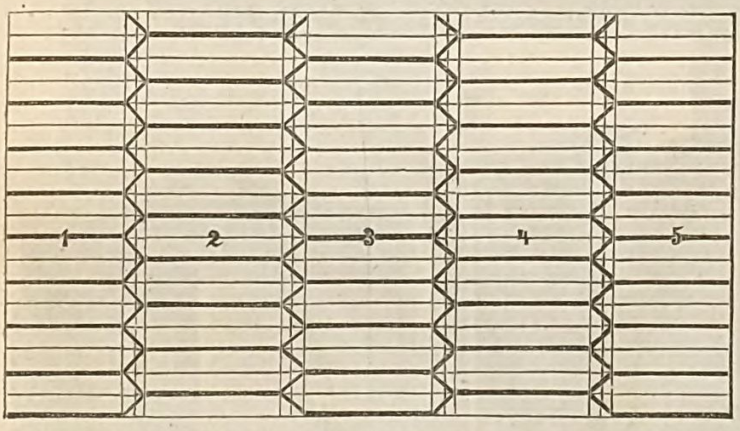


Fig. 255. Zusammenfaltung des Blasebalges.

Fig. 256.

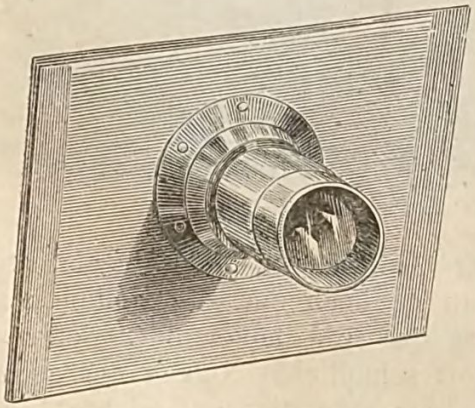


Fig. 257. Objectiv-Brett.

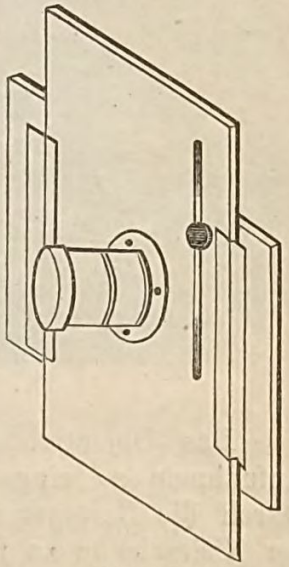


Fig. 258.
Verschiebbares Objectivbrett.

16) Die Faltung des Blasebalges ist nicht ganz gleichgültig, weil nicht jede Art das weite Auseinanderziehen des Apparates gestattet. Zu empfehlen ist die Art von Hacket (Yearbook of Phot. 1876. S. 109) des Zusammenlegens des Balges aus einem Stück, wie sie Fig. 255 zeigt. Das in Fig. 256 abgebildete Falzinstrument erleichtert die Arbeit.

Fig. 255 zeigt die einfachste Form der Balg-Camera. *A* vordere Camera-Hälfte, welche das Objectiv trägt; *M* Blasebalg; *nn* Bodenbrett oder Schlitten (Schwanzbrett), auf welchem die Camera gleitet und durch Schrauben fixirt werden kann. An den Seiten befinden sich Hacken und Oesen *ii*, welche die zusammengeschobenen Hälften fest verbinden.

Das Objectiv wird mittelst eines Ringes an ein leicht herauszunehmendes, lichtdicht schliessendes Brett (das „Objectiv-Brett"), wie Fig. 257 zeigt, angeschraubt und dieses in die Vorderwand der Camera eingelassen.

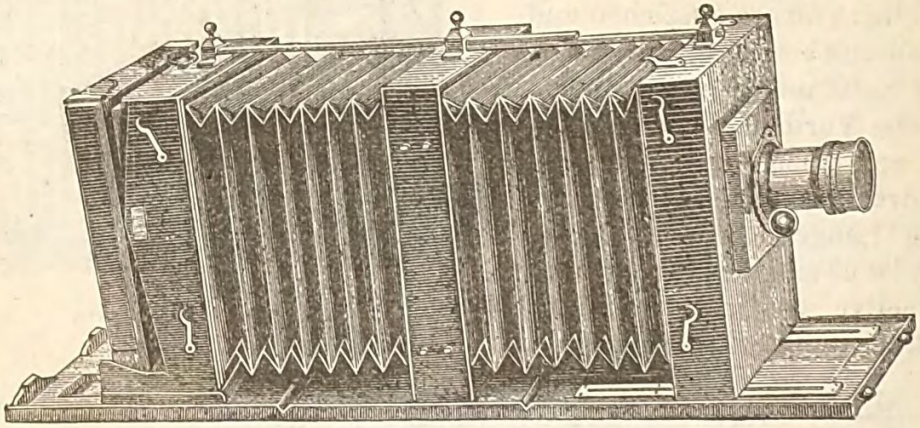


Fig. 259. Camera mit doppeltem Blasebalgauszuge.

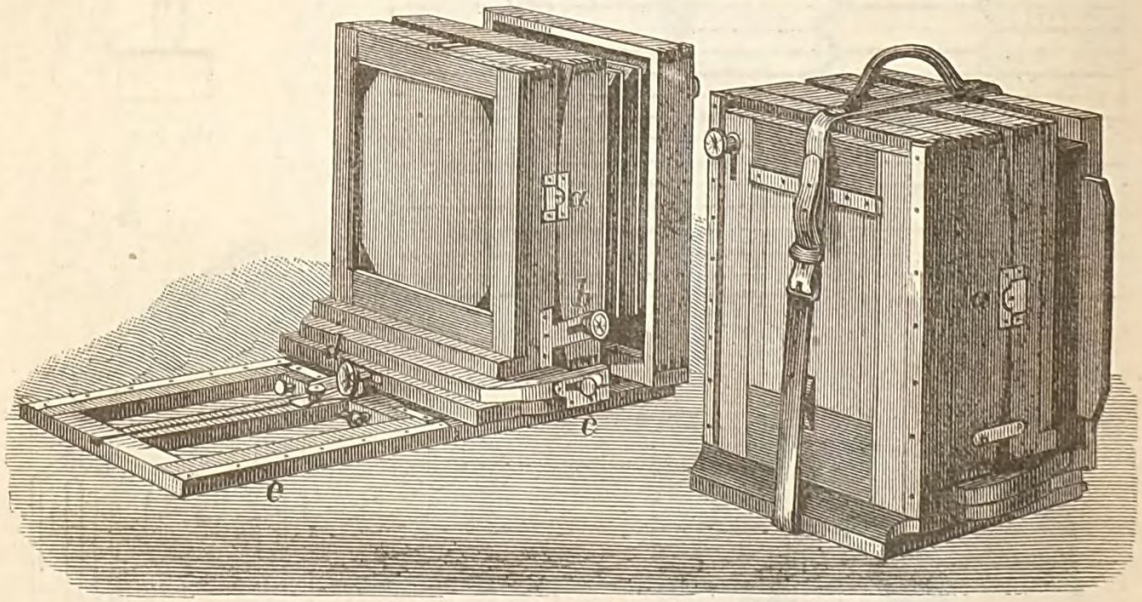


Fig. 260 und 261. Camera mit verstellbarer Visirscheibe.

Das Objectivbrett soll namentlich für Landschafts- und Architectur-Aufnahmen so eingerichtet sein, dass man es hoch und tief stellen kann. Durch die Bewegung des Objectivs kommt das Bild höher oder tiefer auf der Visirscheibe zu liegen, so dass das (oft schädliche) Neigen der ganzen Camera überflüssig wird. Fig. 258 zeigt, wie man dies auf leichte Weise erreichen und das Brett in beliebiger Lage verschieben kann. Selbstverständlich darf der Ausschnitt der Vorderwand der Camera nicht so gross sein, dass bei stärkerer Verschiebung des Objectivbrettes fremdes Licht in die Camera treten könnte.

Fig. 259 zeigt eine neuere Camera mit doppeltem Blasebalgauszug. Sie besteht aus drei Theilen *aaa*, welche durch zwei Blasebälge verbunden

sind und einen Massstab zum Messen der Länge des Blasebalges haben. Das Objectiv bei D ist verstellbar, ebenso die Visirscheibe AB, und zwar nicht nur nach vorn und rückwärts, sondern sie ist auch um den Punkt E beweglich.

Fig. 260 und 261 zeigen eine moderne amerikanische Camera. Der Rahmen mit der Visirscheibe ist bei a drehbar und kann horizontal und vertical geneigt (schräg zum Objectivbrett gestellt) werden. Die Schraube b sowie c dienen zum Fixiren der schräg gestellten Visirscheibe. Die Schraube d dient zum Scharf-Einstellen. Das Bodenbrett ist bis e verlängert und kann aufgeklappt werden. Fig. 261 zeigt die Camera zusammengelegt[17]).

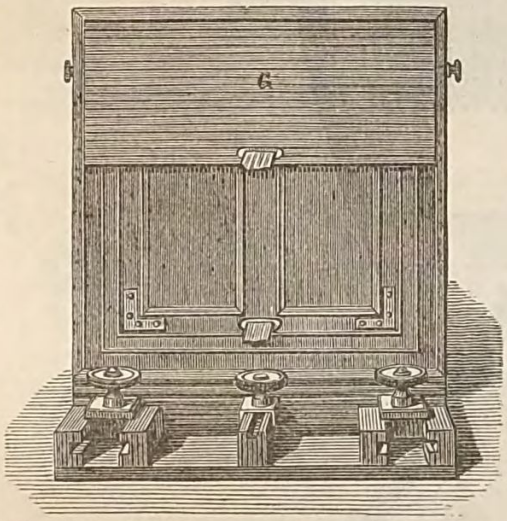


Fig. 262. Führung und Einstellvorrichtung.

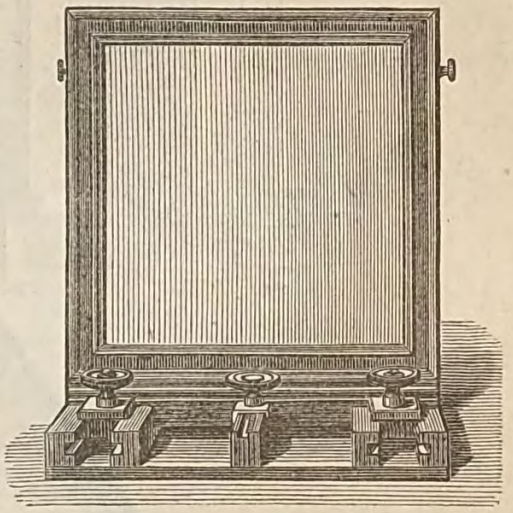


Fig. 263. Camera mit Jalousie-Cassette.

Bei grossen Cameras ist es gut die Camera in doppelter Führung zu bewegen. Fig. 262 zeigt, wie der rückwärtige Theil der Camera (mit der Visirscheibe) rechts und links in Schienen läuft; eine Schraube mit Zahnrad und Zahnstange in der Mitte dient zum Scharfeinstellen. In Fig. 263 ist eine Cassette mit Jalousie-Schieber eingesetzt; in der abgebildeten Stellung des Schiebers G ist die Cassette zum Theil offen.

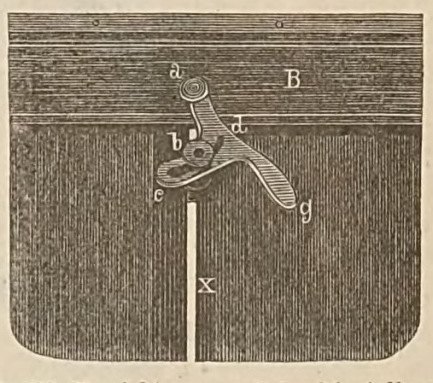


Fig. 264. Vorrichtung zum Scharfeinstellen.

Ausser dem hier (Fig. 262) und später (Fig. 266) abgebildeten Trieb mit Zahnstangen wurden noch andere Vorrichtungen zum präcisen Verschieben der Camera-Rückwand angegeben.

Eine practische Einrichtung zum Verschieben der Camera für das scharfe Einstellen zeigt Fig. 264. (Nach Vogel.[18]) B ist der Boden des verschiebbaren Rückens der Camera mit der matten Scheibe. g das Grundbrett mit dem Schlitz x, in dem die Schraube b läuft. In B sitzt die Schraube a, um welche sich das Excentric d mit dem Kreisbogen cd dreht, dessen Mittelpunkt ausserhalb a liegt. Dreht man, nachdem die Schraube b

17) Taylor, The photographic amateur. New-York. 1881.
18) Vogel, Lehrbuch d. Photographie. 1878. S. 272. Phot. Mitth. Bd. 12, S. 215.

festgemacht ist, das Excentric mittelst des Griffes g, so wird die Visirscheibe hin und her bewegt, leichter als mittelst Zahnstange und Trieb. Durch Anziehen der Schraube *b* fixirt man das Ganze.

J. Petzval schlug vor, für eine grosse Camera folgende Form zu wählen[19]):

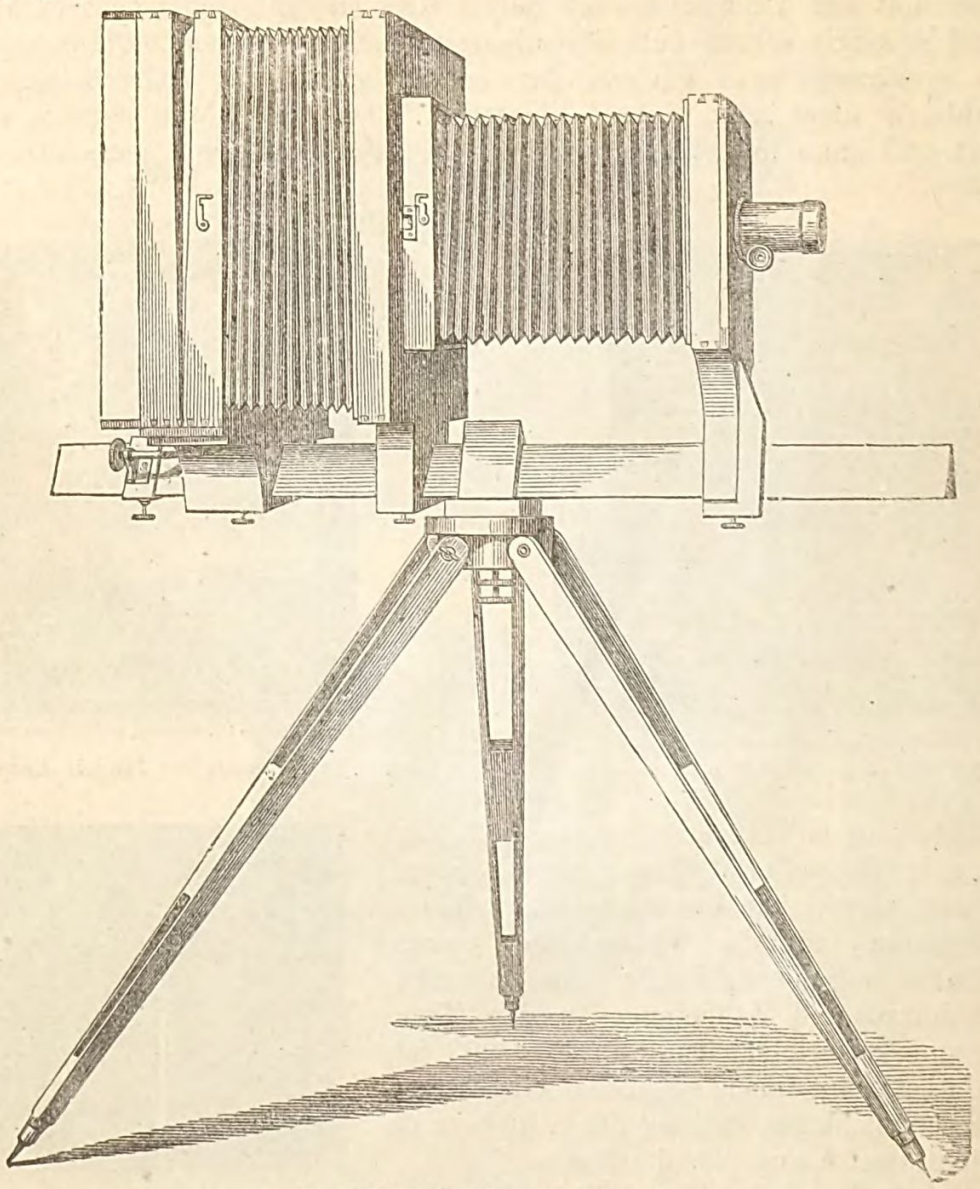


Fig. 265. Petzval's grosse Camera.

Ein sehr fest gebautes Stativ (Fig. 265) trägt oben ein hölzernes Prisma von 4 Zoll Seite aus mehreren Stücken zusammengeleimt, um das Werfen zu vermeiden, und mit starken Fourniren überzogen. Auf dieses Prisma werden zwei Cameras, eine grössere und eine kleinere, befestigt; die Einzelheiten der Einrichtung zeigt die Figur zur Genüge.

IV. Die Reise-Camera.

Zusammenlegbare Cameras, sogenannte Reise-Cameras, welche leicht zu verpacken und bequem zu handhaben sind, besprachen schon Plaut[20])

19) Kreutzer's Jahrber. d. Photogr. 1857. S. 383; aus Sitzungsber. d. Wiener Academ. d. Wissensch. Bd. 26, S. 66.

20) Cosmos I, S. 653.

und Talbot[21]) im Jahre 1852 und construirte Willat[22]) in demselben Jahre.

Durch die Einführung der Trockenplatten wurde die Construction der Reise-Apparate wesentlich vereinfacht und das Gepäck des Touristen reducirt.

Cameras mit nach vorn verengtem Blasebalg lassen sich sehr bequem zusammenlegen und sind deshalb als „Reise-Cameras“ beliebt.

In Oesterreich und Deutschland bezeichnet man sie häufig als „englische Reise-Camera“.

Die Construction ist alt. Sie war schon vor mehr als 20 Jahren allgemein bekannt und ist noch heute in Gebrauch. Fig. 266 zeigt die Form, welche [nach Meagher[23])] ursprünglich von Kinnear erfunden worden war. Die Camera Fig. 266 gestattet eine Neigung des Objectivbrettes und der Visirscheibe, sowie eine Seitenbewegung derselben. Das Grundbrett kann nach dem Zusammenschieben des Blasebalges aufgeklappt und der Apparat nach Fig. 267 verpackt werden.

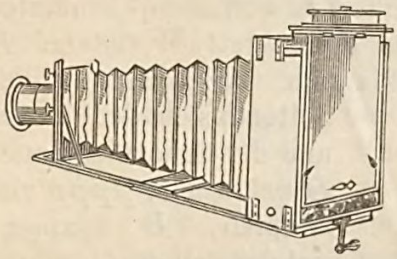


Fig. 266.

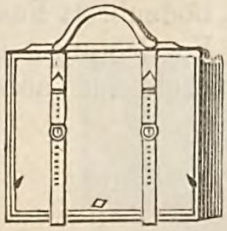


Fig. 267.
Reise-Camera.

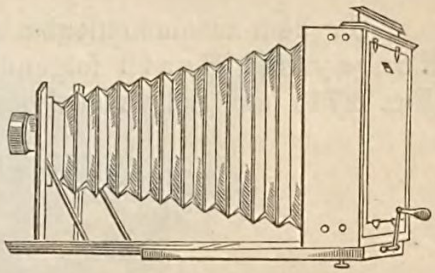


Fig. 268.

Aehnliche Apparate construirten Rouch, welcher den conischen Körper aus Plüsch machte; Shepherd benutzte wasserdichtes Zeug; Melhuish machte das Rahmenwerk und den Schieber aus Metall. Ottewill wählte die Form, wie sie Fig. 268 zeigt. Das Grundbrett liess sich durch eine endlose Schraube richten[24]).

Die compendiösen Reise-Cameras sind in der Regel nicht für lange Brennweiten gebaut. Benöthigt man eine Verlängerung, so kann man folgende Einrichtung verwenden. Man setze an die Vorderseite der Camera ein Frontstück, an dem ein Objectivbrett durch vier zusammenklappbare Federn nach Art der bekannten Klapphüte befestigt ist. Man kann nach diesem System die Brennweite fast verdoppeln und braucht das Objectivbrett nur durch lichtdichten Stoff mit dem Objectivbrett zu verbinden. Die ganze Einrichtung ist leicht transportabel[25]).

Meagher's Camera (Fig. 269 und 270) hat eine Schraube zum Scharf-Einstellen, deren Griff abgenommen werden kann, damit nicht durch zufälliges Drehen die eingestellte Ebene verschoben wird. Die Visirscheibe ist mittelst Scharnieren bleibend an der Camera befestigt, so dass sie zurückgelegt werden

21) Cosmos II, S. 52.
22) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 125, S. 180.
23) Gelesen in der Süd-Londoner Phot. Gesellsch. am 18. October 1860. Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1861. Bd. 4, S. 118. Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 315.
24) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 102. Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 317.
25) Phot. Wochenblatt. 1881. S. 163; aus Brit. Journ. of Phot. 1881. S. 220.

kann, wenn man sie nicht mehr braucht (Fig. 269); dadurch wird dem Zerbrechen vorgebeugt. Wenn der Blasebalg geschlossen ist, legt sich das Ende des unteren Brettes über die Rückseite der Camera und schützt so die Visirscheibe (Fig. 270[26]).

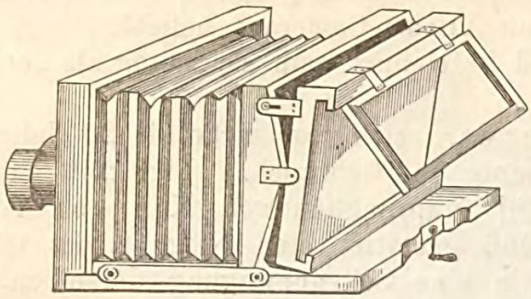


Fig. 269.

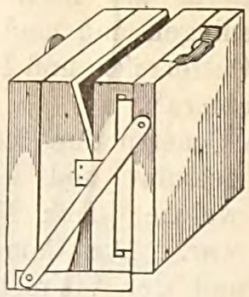


Fig. 270.

Meagher's Reise-Camera.

Um dem zusammenlegbaren Bodenbrett Festigkeit zu verleihen, benutzten Murray und Heath folgende Vorrichtung: Das Bodenbrett W ist bei H (Fig. 271) um Scharniere beweglich und aufzuklappen. Fig. 271 ist die Seitenansicht der Camera und der Scharnierplatte; H Scharnier, $pppp$ vier Zapfen, B Spange, welche sich darüber legt, S Kopf der Schraube, welche in S_1 steckt, $W\,W$ das Holzwerk des Bodenbrettes und der Seite der Camera. Fig. 272 gibt die obere Ansicht der Scharnierplatte, wobei die Spange fest über den Zapfen liegt. Wenn die Camera gepackt wird, so legt sich der Stab B rückwärts auf die Seite und wird bei S_2 angeschraubt (Fig. 271). Diese Schraube und alle anderen sind so gemacht, dass sie aus ihren Füllungen nicht herausgenommen werden können; sie können daher auf dem Lande nicht verloren gehen[27]).

Fig. 271.

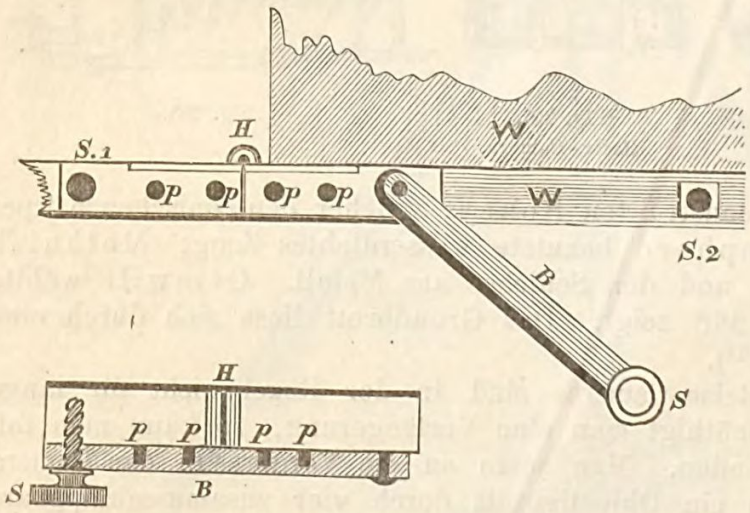


Fig. 272. Zusammenlegbares Bodenbrett.

Woodbury's Camera in Kofferform bildet zusammengeschlagen einen Kasten aus polirtem Mahagoniholz von 25 × 20 × 9 cm mit Ledergriff und Selbstverschluss. Beim Oeffnen des Kastens AB bildet dieser die Basis der darin befindlichen Balg-Camera CJ, die nur aufgerichtet zu werden und mit den Schrauben G und K fixirt zu werden braucht. Die Camera besitzt alle erforderlichen Verstellungen, Triebwerk zum Einstellen und ist hoch

26) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 173; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 8, S. 275.

27) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 103; aus Brit. Journ. of Phot. S. 224.

oder quer zu gebrauchen. Die Entfernung zwischen Visirscheibe und Objectivbrett lässt sich von 6 cm bis zu 30 dm erweitern; letzteres ist zum Hoch- und Niedrigstellen. Fig. 273 stellt diese Camera dar; die punktirten Linien deuten sie völlig ausgezogen an.

Jonte's Landschafts-Apparat, welcher von dem französischen Ministerium des Unterrichtes bei dem durch die Société Française de Photographie ausgeschriebenen Concurse für photographische Apparate zu wissenschaftlichen Expeditionen in fernen Ländern prämiirt wurde, ist folgendermassen eingerichtet[28]):

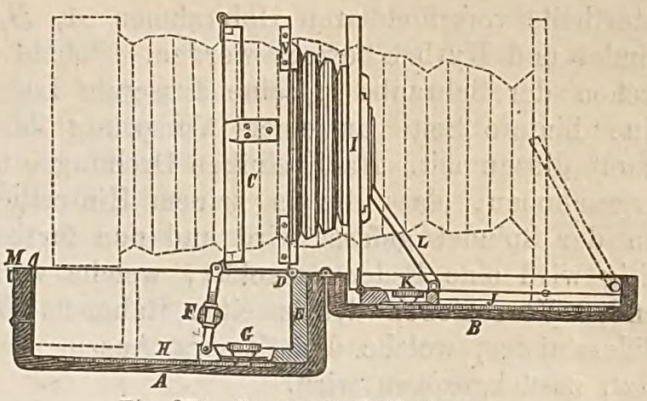


Fig. 273. Camera in Kofferform.

Der Apparat ist für Platten 18 × 24 cm bestimmt und kann auch für Stereoscop-Aufnahmen verwendet werden, indem zwischen Objectivbrett und Camerahintertheil eine elastische Zwischenwand eingeschaltet wird, welche sich mit dem Auszuge zugleich ausdehnt und zusammenzieht. Die Camera selbst bildet, geschlossen, einen parallelepipedischen Körper von 288 mm Länge, 97 mm Höhe und 229 mm Breite.

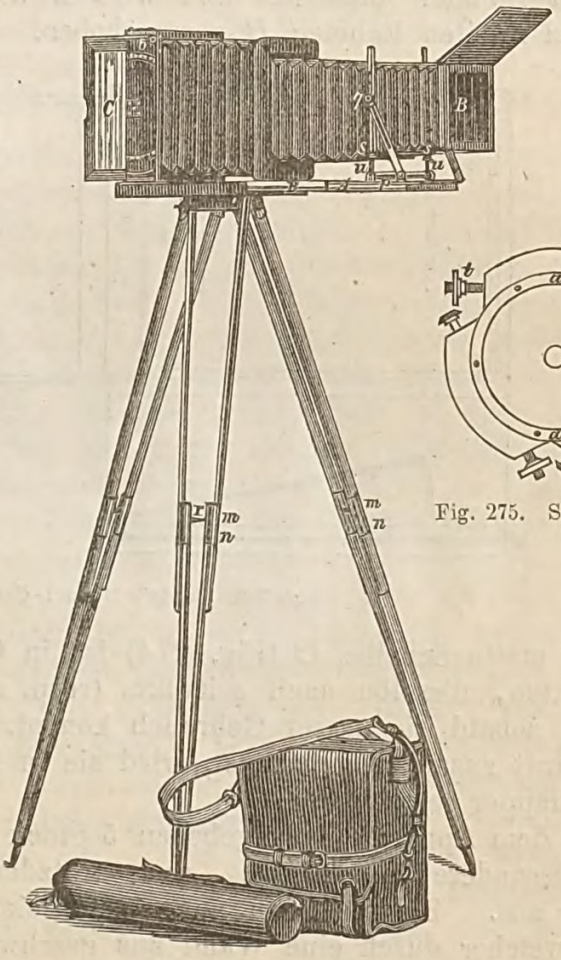


Fig. 274. Jonte's Landschafts-Camera.

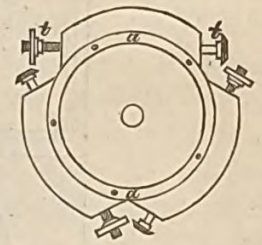


Fig. 275. Stativ-Kopf.

Der Vordertheil der Camera wird aus dem Hintertheile herausgezogen, der aufgeklappt gewesene Messingboden *p* (Fig. 274) desselben herabgelassen, letzterer in die entsprechenden Messingfalze geschoben und das Objectivbrett in der gewünschten Neigung durch Anziehen der Schrauben *q* fixirt. Das Objectivbrett lässt sich durch Drehen der an den Schraubenspindeln *uu* (Fig. 274) befindlichen Schraubenmuttern *ss* auf und ab bewegen; die Seitwärtsbewegung des Objectivbrettes lässt sich durch Verschieben desselben mit der Hand bewerkstelligen. Der Apparat ist sowohl für Objective mit sehr kurzer, als auch mit langer Brennweite verwendbar. Im vollkommen ausgezogenen Zustande (Fig. 274) beträgt die

28) Nach Pizzighelli's Anleitung zur Photographie für Touristen. 1882. S. 11.

Entfernung des Objectivbrettes von der matten Scheibe 55 cm; die kürzeste mögliche Entfernung 8 cm, wenn der Apparat ganz zusammengeschoben wurde.

Der Schlitten (Fig. 274) besteht aus zwei ineinander und im Camerauntertheile verschiebbaren Holzrahmen *A*, *B*, welche durch eine Schraubenspindel und Kurbel bewegt werden. Sobald der innerste Rahmen *A* durch Drehen der Schraube in seine äusserste Lage hinausgeschoben wird, stösst seine hintere Seite an einem Vorsprung des zweiten Rahmens *B* an und nimmt diesen mit. Nach einigen Drehungen ist der zweite Rahmen *B* so weit vorgeschoben, dass die in seinem Hintertheile befindliche Schraubenmutter von der Spindel gefasst wird und nun fortbewegt werden kann[29]). Gleichzeitig wird eine Feder ausgelöst, welche verhindert, dass bei dem nun folgenden Vorschieben des zweiten Rahmens *B* der erstere *A* in Folge des Widerstandes, welche der Camera-Auszug dem Auseinanderziehen entgegensetzt, zurückgezogen wird.

Zu gleicher Zeit ist die Schraubenmutter des ersten Rahmens *A* am Ende der Spindel angelangt und wird nicht mehr durch diese, sondern durch den zweiten Rahmen *B* vorgeschoben.

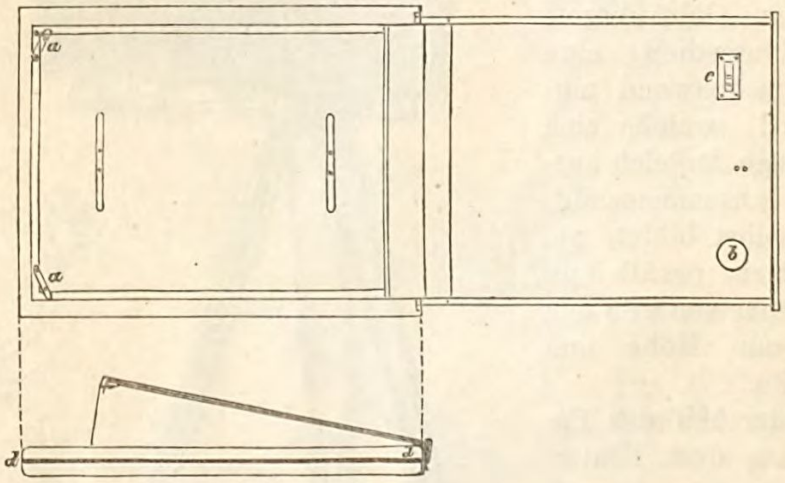


Fig. 276. Jonte's Doppel-Cassetten.

Die matte Scheibe *C* (Fig. 274) ist in Charnieren beweglich, welche es gestatten, dieselbe nach seitwärts (resp. nach aufwärts) vollständig umzulegen, sobald sie ausser Gebrauch kommt. Beim Einstellen, oder wenn der Apparat zusammengelegt ist, wird sie in ihrer Lage durch einen federnden Schnapper festgehalten.

Die dem Apparate beigegebenen 5 Stück Doppelcassetten zeichnen sich durch besondere Leichtigkeit und trotzdem durch zweckentsprechende Solidität aus. Sie bestehen aus einem leichten Holzrahmen von 18 mm Dicke, welcher durch eine Wand aus geschwärztem Carton in zwei gleiche Theile getheilt wird. Jeder dieser Theile ist zur Aufnahme einer Trockenplatte bestimmt. Die Platten werden bei diesen Cassetten, nicht wie es sonst bei den bisher gebräuchlichen Doppelcassetten üblich war, durch Auf-

29) Der hintere Theil der Schraubenspindel hat kein Gewinde und einen kleineren Durchmesser, so dass, wenn der Apparat zusammengezogen ist, die Schraubenmutter des hinteren Rahmens *B* ausserhalb der Schraubengänge der Spindel sich befindet und erst dann eingreift, wenn er durch den inneren Rahmen vorgeschoben wurde.

klappen der Cassette in dieselbe gebracht, sondern von der Seite aus, auf welcher der Schiebedeckel sich befindet. Zu diesem Behuf wird derselbe ganz aufgezogen, die Platte hineingelegt, durch die zu drehenden Reiber *a* Fig. 276 in ihrer Lage festgehalten, hierauf der Deckel wieder zugeschoben. Die Schiebedeckel sind aus mehreren Lagen von mit Leinwand überzogenem Carton hergestellt; die einzelnen Theile des Deckels sind durch Marineleim und überdies mit kleinen Messingnieten miteinander verbunden. Der Deckel lässt sich vollständig an die Rückseite der Cassette umlegen und kann bei bewegter Luft mit kleinen an der Camera befindlichen Reibern festgehalten werden. Bei geschlossenen Cassetten wird jeder der Schiebedeckel durch einen kleinen federnden Schnapper festgehalten, so dass ein zufälliges Oeffnen der Schiebedeckel während des Transportes unmöglich wird. Auf der Aussenseite eines jeden Schiebers ist rechts eine kleine runde Scheibe aus Pergament *b* eingelassen, welche zum Notiren der Expositionszeit dient; auf der linken Seite befindet sich in einem Messinggehäuse *c* ein kleiner Schieber, dessen eingeprägte schwarze Ziffern die Nummer der Platte angeben. Ist die Platte exponirt, so wird der Schieber nach links geschoben, wodurch das unterhalb desselben befindliche Wort „posé“ (belichtet) zum Vorschein kommt. Hierdurch ist jede exponirte Platte gekennzeichnet und können Irrthümer durch zweimaliges Exponiren einer Platte nicht vorkommen.

Wenn der Apparat verpackt wird, muss eine der Cassetten hinter der matten Scheibe zum Schutze derselben gegen den etwaigen Bruch geschoben werden. Hierzu befinden sich an den Langseiten der Cassette Rinnen *dd* (Fig. 276) eingeschnitten, welche den an dem hinteren Theile der Camera befindlichen Messingleisten entsprechen. Bei geöffneter matten Scheibe halten diese Leisten die Cassette in ihrer Lage, bei geschlossener matten Scheibe hingegen treffen die Leisten auf die obenerwähnten Rinnen der Cassette, indem der Rahmen der matten Scheibe gerade halb so dick ist als eine Cassette. Zum Schutze des Objectivs gegen seitlich einfallendes Licht dient der am Objectivbrett einzuhängende Ueberkasten, welcher in Fig. 274 dargestellt ist. Sämmtliche beweglichen Theile der Camera laufen in Messingschienen, alle Holzfalze sind gänzlich vermieden; ebenso sind alle Theile mit Marineleim geleimt. Unregelmässigkeiten in der Functionirung des Apparates, hervorgebracht durch Quellen in feuchter Luft, können also gar nicht vorkommen. Der Apparat ist aus Birnholz hergestellt.

Das Stativ ist in Fig. 280 aufgestellt gezeichnet. Der Stativkopf Fig. 275 hat die bekannte Sternform. An demselben ist ein Zinkring *a* angeschraubt, auf dem die Camera aufruht. Sowohl die Herzschraube, als die drei Schraubenbolzen zur Befestigung der Füsse, können von demselben nicht entfernt werden, mithin auch nicht verloren gehen. Die Stativfüsse lassen sich zusammenschieben und bildet jeder dann zwei Rundstäbe, welche durch Messingringe *mm*, *nn* zusammengehalten werden und in der Nähe der Spitze des Stativfusses fest mit einander verbunden sind.

Die Camera sammt den Cassetten sowohl als die zusammengeschobenen Stativfüsse sind in eleganten Umhüllungen von wasserdichter Leinwand verwahrt (s. Fig. 280). Das Stativ kann entweder auf den Camerasack geschnallt, oder für sich an den Lederhandhaben seiner Umhüllung, die Camera als Tornister oder durch Umschnallen der Tragriemen über einer Schulter getragen werden.

Das Gewicht des gepackten Apparates beträgt 9,5 Kilogramm.

Einen kleineren Landschafts-Apparat für Plattengrössen von 13×18 cm construirte Jonte ungefähr in der Form von Fig. 277. Im geschlossenen Zustande bildet er einen parallelepipedischen Körper (Fig. 277 *ab*) von 243 mm Länge, 145 mm Breite und 88 mm Höhe.

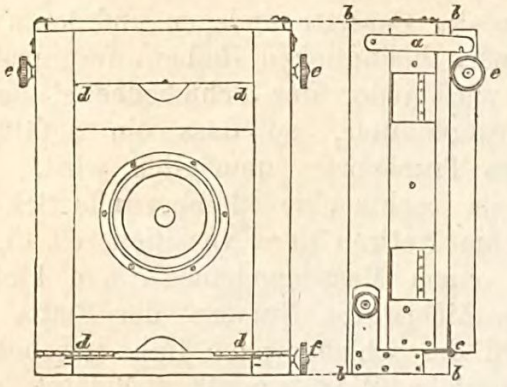


Fig. 277. Jonte's kleiner Landschafts-Apparat.

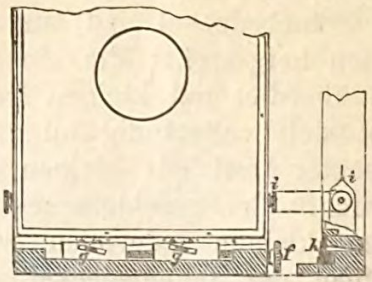


Fig. 278. Jonte's kl. Landschafts-Apparat.

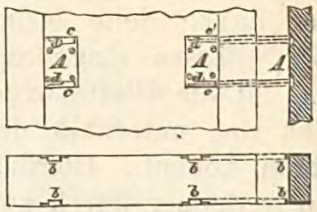


Fig. 279. Jonte's kl. Landschafts-Apparat.

Bei der Aufstellung wird die Camera in der oben beschriebenen Art und Weise auf den Stativkopf gelegt und mit demselben verbunden[30]), hierauf durch Auslösung die Haken *aa* (Fig. 277) und durch Drehung des Theiles *bbbb* (Fig. 277) um die Charniere *c* aufgeschlagen. Zur Verbindung der beiden aufklappenden Theile der Brücke wird die Camera so weit nach seitwärts geschoben, bis das darunter befindliche in Nuthen laufende Brettchen *dddd* (Fig. 277) an den Camera-Vordertheil stösst. Der Camera-Hintertheil kann jetzt herausgezogen und je nach der Brennweite der Objective auf den beweglichen Theil der Brücke befestigt werden. Zu diesem Behufe befinden sich in dem beweglichen Theile der Brücke die in der Fig. 279 mit *AA* bezeichneten Messingplättchen eingelassen, deren Breite der Decke des Camera-Hintertheiles entspricht. Die Befestigung des letzteren geschieht nun so, dass die an einer langen oder kurzen Seite (behufs Hoch- oder Querstellung) angebrachten hakenförmig gebogenen Messingstücke *bb* (Fig. 279) in die Oeffnungen *cc* (Fig. 279) gesteckt werden und man durch Seitwärtsdrücken des Camera-Hintertheiles jene Häkchen unter den Theil *dd* bringt. Hierdurch wird der Camera-Hintertheil in seiner Lage festgehalten, er kann sehr rasch ausgehoben und in einer anderen Stellung wieder fixirt werden.

Zum Einstellen dient eine Zahnstange mit Trieb; durch die Knöpfe *ee* (Fig. 277) wird diese Verschiebung vermittelt. Ist der Auszug ganz zusammengeschoben, so beträgt die Entfernung zwischen der Vorderseite des Objectivbrettes und der matten Scheibe 5 cm, ist der Auszug jedoch ganz ausgezogen, 45 cm. Das Umstellen des Camera-Hintertheiles für Hoch- und Queraufnahmen ist ebenso einfach, wie bei dem vorbeschriebenen Apparate, indem auch hier der Auszug drehbar ist. Das Ob-

30) So wie der Apparat Fig. 274, sind auch hier Stativkopf und Untertheil der Camera mit zueinander passenden Zinkringen versehen. Ebenso ist die Stativherzschraube mit dem Stativkopf verbunden.

jectivbrett ist zum Hoch- und Niedrigstellen eingerichtet, kann aber auch gegen die Verticale geneigt werden. Die Einrichtung hierzu zeigt Fig. 278; durch Drehung der mit dem Knopfe *f* verbundenen Spindel werden die zwei schiefen Ebenen *gg* verschoben. Die Vorsprünge *hh*, welche an dem in Charnieren beweglichen Objectivbrettrahmen befestigt sind, schleifen hierbei auf diesen schiefen Ebenen. Befinden sich diese Vorsprünge in der Mitte der schiefen Ebene, so steht das Objectivbrett senkrecht auf der Brücke, welche Stellung auch durch den Zeiger *i* (Fig. 278) markirt wird; befinden sie sich am unteren Ende, so ist das Objectivbrett nach rückwärts, und befinden sie sich am oberen Ende, so ist dasselbe nach vorwärts geneigt. Wie bei Apparat 274 sind auch hier die einzelnen Theile mit Messingfalzen versehen; die Cassetten und die matte Scheibe sind ebenso eingerichtet wie dort.

Die Camera ist aus Nussholz verfertigt, das Stativ selbst aus weichem Holz; das Gewicht des ganzen Apparates im gepackten Zustande beträgt 5,75 kg.

Jonte's Apparat mit Wechselkasten (Fig. 280—283), sogenannter Revolver-Apparat, ist für Plattengrössen 15×21 cm bestimmt und kann ebenso wie Apparat S. 371 durch Einschalten einer elastischen Mittelwand zu Stereoscop-Aufnahmen verwendet werden. Fig. 280 *a* zeigt denselben im geschlossenen Zustande; er bildet ein Parallelepiped von 121 mm Breite, 252 mm Länge und 385 mm Höhe. Nach Befestigung desselben auf das Stativ, welche Manipulation so wie bei den vorbeschriebenen Apparaten vorzunehmen ist, wird die Schraube *a* gelüftet, der Haken *b* aufgeschlagen und der Schlitten *A*, welcher um die Charniere *c* drehbar ist, niedergelassen (s. Fig. 280). Der Camera-Vordertheil kann wie bei Fig 274 an den beweglichen Theil des Schlittens in zwei Stellungen befestigt werden. Durch den mit der Schraube *e* verbundenen Trieb kann der Camera-Vordertheil behufs Einstellen vor- und zurückgeschoben werden. Die grösste Entfernung zwischen matter Scheibe und Objectivbrett beträgt 38 cm, die kleinste 4,5 cm.

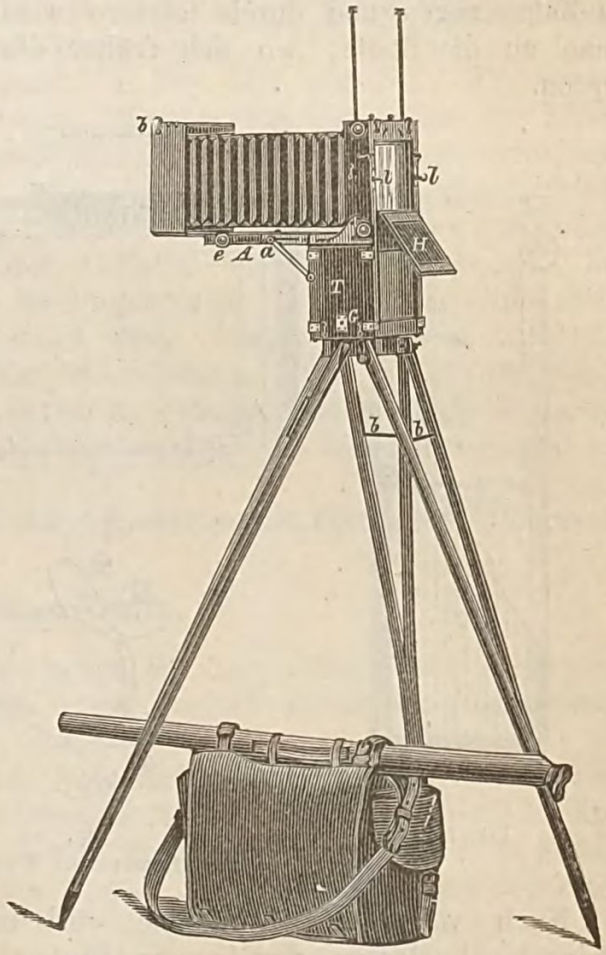


Fig. 280. Jonte's Camera mit Wechselkasten.

Die Cassetten zu diesem Apparate sind einfache Holzrähmchen mit Rückwand aus schwarzem Carton (Fig. 281; darin ist eine Einlage für kleinere Platten eingezeichnet). Die Platten werden einfach in den Rahmen gelegt und durch die in der Figur sichtbaren kleinen Vorreiber *mm* in ihrer Lage

festgehalten. Zwölf solche Cassettenrahmen sind in dem mit der Camera fest verbundenen Plattenwechselkasten T (Fig. 281) untergebracht. Dieser Plattenwechselkasten zeigt im Innern dieselbe Einrichtung, wie ein gewöhnlicher Plattenkasten; in der unteren Seite befindet sich der Schuber G, welcher die zur Einführung dienende Oeffnung verschliesst. Der obere Theil wird durch einen mit der Camera fest verbundenen Jalousieschuber hh geschlossen; dieser Jalousieschuber hat in der Mitte einen länglichen Spalt, dessen Breite der Cassettendicke entspricht und den Durchgang der Cassette erlaubt. Die matte Scheibe wird durch Federn an den Rahmen k angepresst. Ist eingestellt, so wird der an der Rückwand aufklappbare Deckel H geschlossen und die matte Scheibe durch Herausziehen der Knöpfe ll an die Camera-Rückwand angedrückt, wobei die mit den Knöpfen verbundenen Haken einschnappen und die matte Scheibe festhalten. Auf diese Weise wird der durch den Rahmen der matten Scheibe geschlossen gewesene Spalt geöffnet und können nun mittelst des in der Fig. 281 ersichtlichen Triebes die Zahnstangen und durch letztere wieder die Cassette in die Höhe und genau an die Stelle, wo sich früher die matte Scheibe befand, gezogen werden.

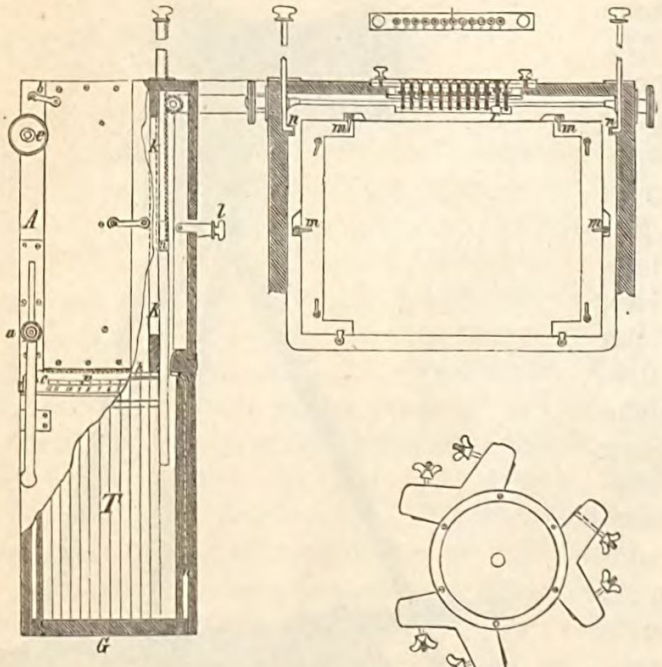


Fig. 281.

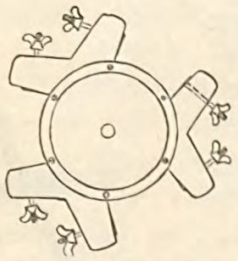


Fig. 282.

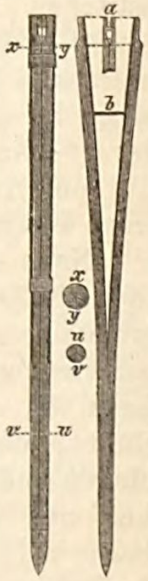


Fig. 283.

Jonte's Camera mit Wechselkasten.

Nach vollendeter Aufnahme wird mittelst des Triebes die Cassette wieder hinabgelassen, der Camera-Hintertheil durch Drehung der Knöpfe m (mit diesen Knöpfen ist ein Trieb verbunden) um ein der Cassettendicke entsprechendes Intervall vorgeschoben, wodurch die unten hakenförmig gebogenen Enden der Zahnstangen nn in die Einschnitte o der nächstfolgenden Cassetten greifen. Auf diese Art können sämmtliche Platten exponirt werden, ohne dass es nothwendig wäre, den Apparat vom Stativ abzuschrauben und das Wechseln der Platten mittelst eines getrennten Plattenwechselkastens vornehmen zu müssen, wie dies bei ähnlichen Constructionen bisher immer der Fall war.

Zur Controle der bereits exponirten Platten dient:

1. Eine an der Seite der Camera angebrachte und mit Nummern versehene Eintheilung *p*, deren Theilstriche genau den im Wechselkasten befindlichen Cassetten entsprechen. Sobald der Zeiger am beweglichen Camera-Hintertheile auf einen solchen Theilstrich trifft, kann die entsprechende Cassette zur Exposition gelangen.

2. Die in der Fig. 281 skizzirte Vorrichtung besteht aus zwölf beweglichen Stahlstiften und einer durchlöcherten und mit Ziffern versehenen Messingplatte, welche durch zwei Schrauben an den oberen Theil der Camera befestigt werden kann, so zwar, dass die Oeffnungen derselben genau ober den Köpfen der oben bezeichneten Stifte zu liegen kommen. Jeder Cassettenrahmen besitzt oben einen Ansatz *r*, welcher, sobald die Cassette hinaufgezogen wurde, einen der Stifte in die Höhe drückt. Wurde nun vor Beginn der Aufnahmen ein Streifen Papier unter der Messingplatte eingeklemmt, so wird derselbe durch den Stift durchstossen. Auf diese Art wird es möglich, in jedem Augenblick die Anzahl und die Nummer der bereits exponirten Platten zu controliren; man braucht nur nachzusehen, bei welcher Oeffnung der Platte das Papier bereits durchstossen wurde.

Die Einrichtung des Stativs zeigt die Fig. 282 und 283. Es ist ein Stockstativ von bekannter Construction. Zusammengelegt bilden die Theile desselben einen durch Ringe zusammengehaltenen Stock. Behufs Aufstellung werden die drei Ringe abgestreift, der obere Theil der Stativfüsse mittelst der in der Fig. 283 gezeichneten Einschnitte *a* auf die Schraubenspindeln des Stativkopfes geschoben und durch Anziehen der Muttern befestigt. Zur Versteifung der Füsse dienen die Messingstangen *b*, welche an einer Seite des Stativfusses charnierartig befestigt sind. Dieses Stativ ist wohl das widerstandsfähigste von allen bisher beschriebenen, hat jedoch den Nachtheil, dass seine Füsse nicht nach Belieben verlängert oder verkürzt werden können, ein Umstand, welcher bei Standpunkten an Bergabhängen in unangenehmer Weise fühlbar wird.

Im verpackten Zustande wiegt der Apparat sammt Stativ 8,5 Kilogramm.

V. Das Stativ.

Das Stativ, welches die Camera trägt, ist einiger Beachtung werth; ein Theil von photographischen Fehlern rührt von zu schwacher Construction desselben her.

Die Eigenschaften, welche man von einem Stativ verlangt, sind wohl verschieden, je nachdem es zu Aufnahmen im Freien, im Atelier, zu Porträten oder Karten-Reproductionen dient. Man kann aber fordern: 1) Festigkeit, 2) eine genügende Höhe (bis 2 m), 3) Tragbarkeit und eventuell Leichtigkeit.

Festigkeit ist die wichtigste Eigenschaft und muss daher in Betracht gezogen werden. Die Linse darf zumeist nicht niedriger stehen als das Auge des stehenden Künstlers. Im Allgemeinen ist es sogar vortheilhaft, wenn es etwas höher ist, da dadurch nicht nur eine imposante Ansicht von Landschaften geliefert wird, sondern es häufig auch dem Photographen möglich macht, einen unmalerischen Vordergrund zu vermeiden.

Die Camera steht gewöhnlich auf einem Ständer oder Stativ mit drei Füssen, welches in den meisten Fällen die Form wie in Fig. 284 hat. Die Füsse müssen sich zusammenschieben (verkürzen) oder verlängern lassen und die Camera soll beliebig geneigt und gedreht werden können.

Die Form von Fig. 285 ist der zweite Typus von gebräuchlichen Stativen [31]).

Civiale benutzte eine Reise-Camera und Stativ wie in Fig. 286 bis 290. Die Basis der Camera Fig. 286 besteht aus einem Holzrahmen, der durch Kreuzstücke *AA*, *BB* verstärkt wird; er ist bei *FFF* zusammenlegbar. *CC* und *DD* dient zum Befestigen der Camera mit Schrauben.

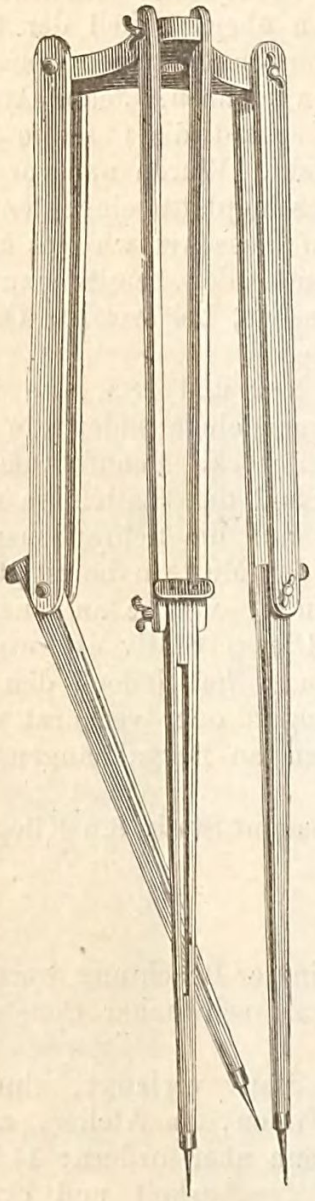


Fig. 284. Gewöhnliches Stativ mit drei Füssen.

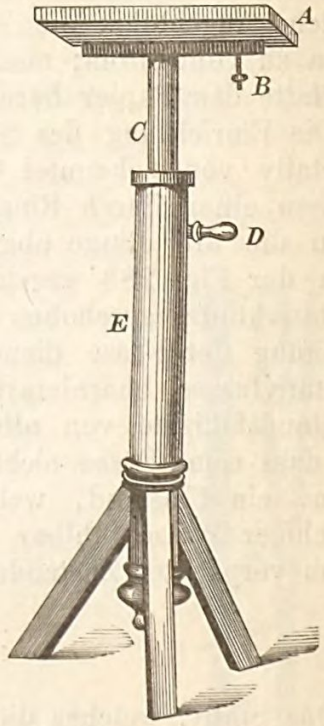


Fig. 285. Clark's Stativ.

Vorder- und Rückwand der Camera wird durch den Holzstab *H* (Fig. 287 und 288) festgehalten. Der Dreifuss *PPP* und *OO* ist aus Fig. 286 leicht verständlich. Fig. 290 zeigt den Apparat zum Transport geschlossen [32]).

31) W. Clark's Stativ; es ist aus der Zeichnung leicht verständlich. (Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 160; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 8, S. 229.)

32) Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1861. Bd. 4, S. 101; aus Phot. News. Bd. 4, S. 63.

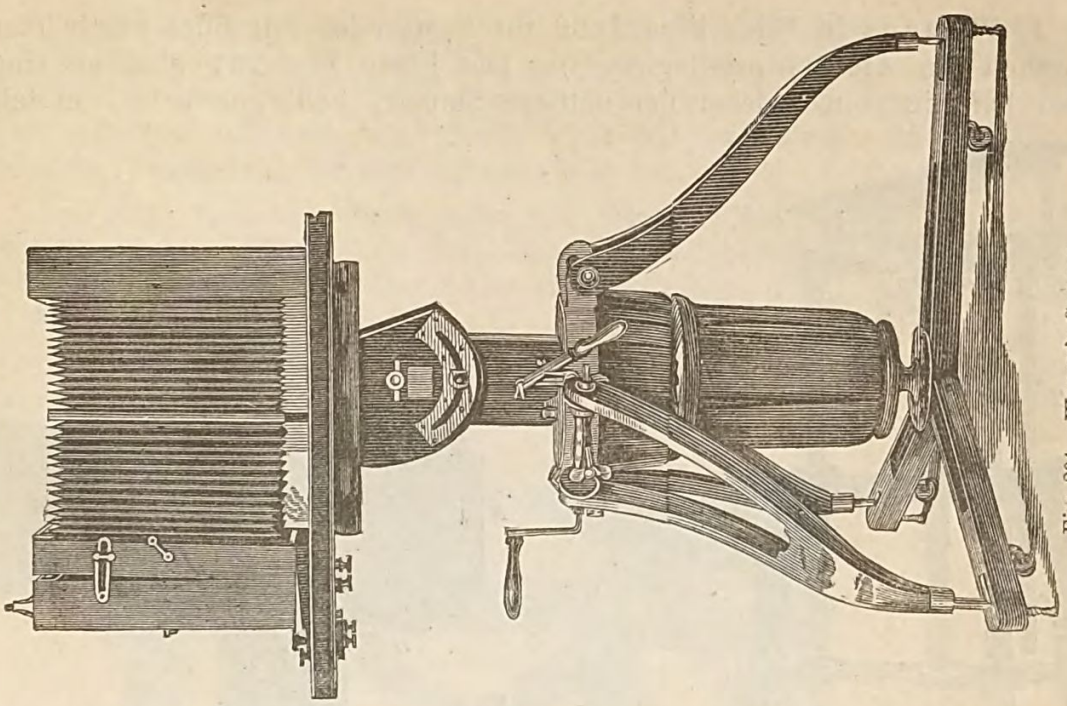


Fig. 291. Wanau's Camera.

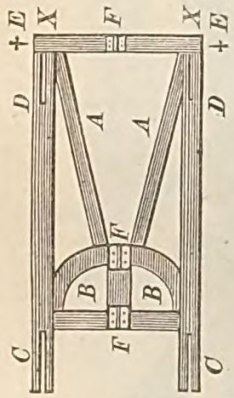


Fig. 287.

Fig. 288.

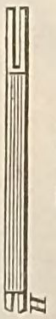


Fig. 289.

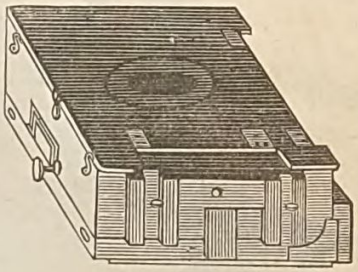


Fig. 290.

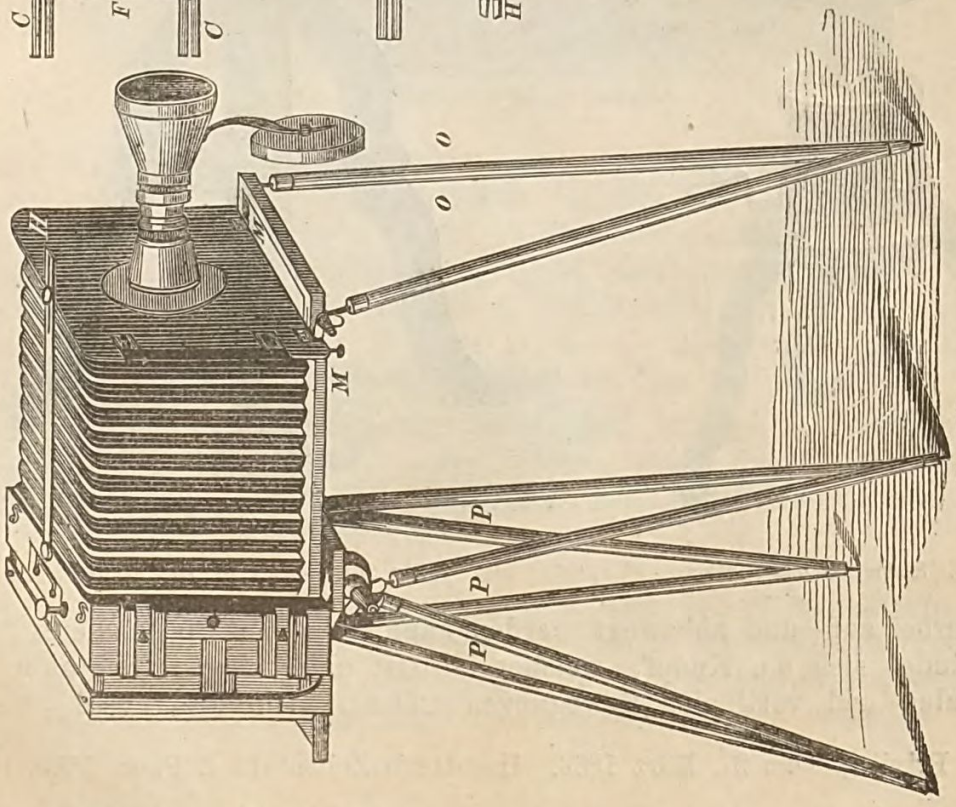


Fig. 286. Civiale's Camera.

J. Wanaus in Wien liess 1863 für Oesterreich folgendes Stativ (zum Gebrauch im Atelier) privilegiren[33]). Die Füsse Fig. 291 sind an einer Hülse befestigt, in welcher der mittlere Stamm, hohl gearbeitet, mittelst

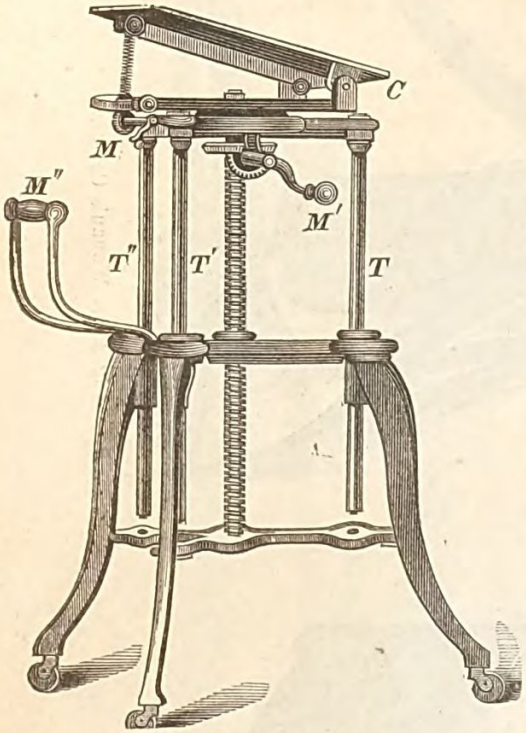


Fig. 292. Stativ aus Eisen.

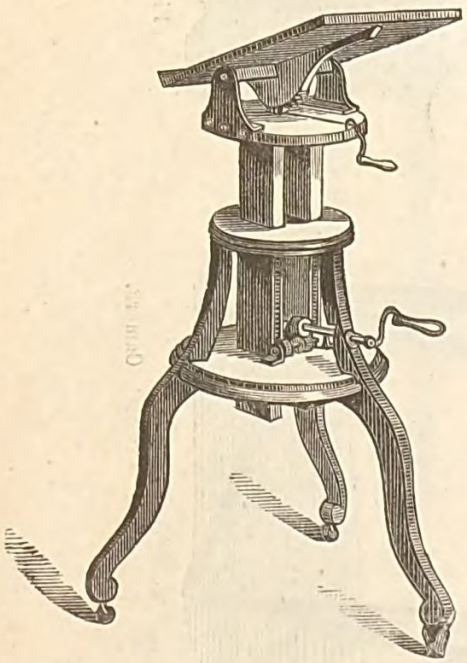


Fig. 293. Stativ für das Atelier.

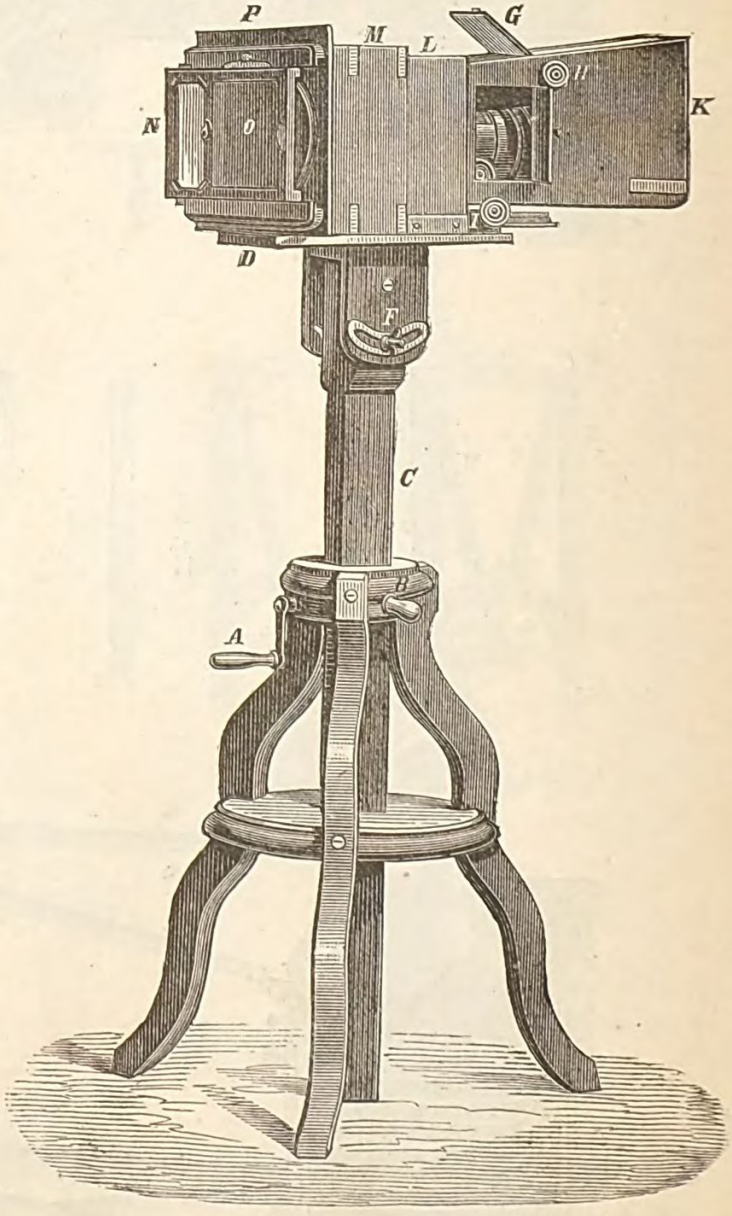


Fig. 294. Stativ für das Atelier.

einer Kurbel auf- und abbewegt werden kann. An der Platte dieses Stammes befindet sich ein Knopf, welcher mittelst einer eigenen Schraube alle horizontalen und vertikalen Bewegungen zulässt. Die drei Füsse, welche

33) Privileg. vom 27. März 1863. Hreutzer's Zeitschrift f. Phot. 1863. Bd. 7, S. 127.

mit Eisenspitzen versehen sind, ruhen in den Winkeln eines Dreiecks, an welchem bewegliche Rollen zum Hin- und Herfahren angebracht sind. Nach gefundener Distanz wird durch einen Hebeldruck das Dreieck sammt den Rollen gehoben und das ganze Stativ steht mit der Camera auf den Eisenspitzen im Fussboden fest und unbeweglich.

Fig. 292 zeigt ein Stativ ganz aus Eisen verfertigt. Die Kurbel M' dient zum Heben und Senken des Gestelles, welches freie Führung durch die Stangen $TT'T''$ hat. Der obere Theil C kann schief gestellt werden.

Ein neueres Stativ mit Kurbeln zum Heben und Senken der Camera, sowie zum Schrägstellen, zeigt Fig. 293. Diese oder ähnliche Formen sind gegenwärtig in den Ateliers sehr beliebt.

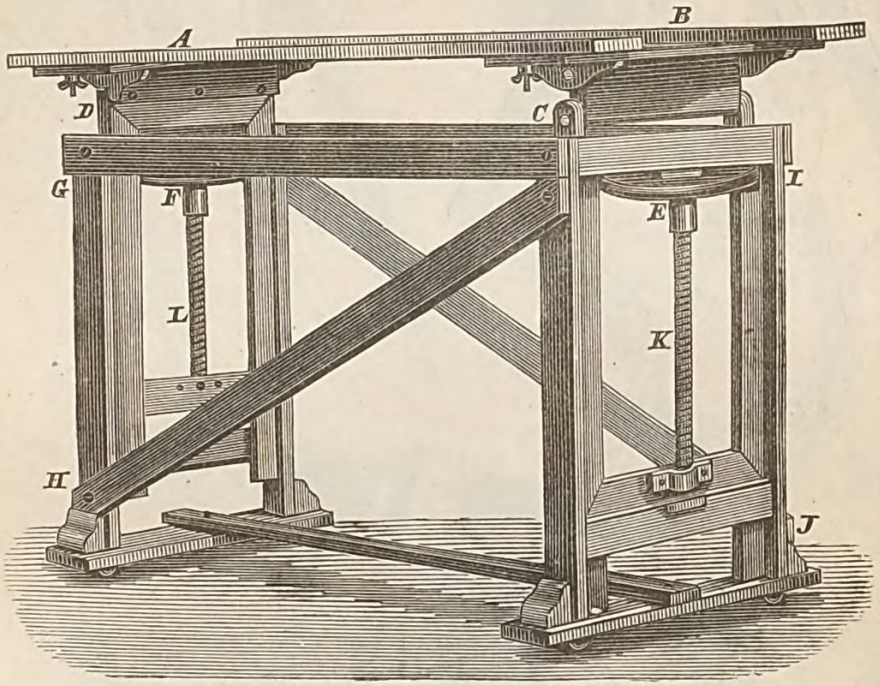


Fig. 295. Stativ für grosse Cameras.

Eine andere neuere Camera sammt Stativ zeigt Fig. 294[34]). Die Camera M besitzt einen Auszug, welcher durch die Schraube J verschiebbar ist; der Hintertheil P bleibt fix. O und N Cassette (Anhang s. S. 375) und Visirscheibe. K Vorbau, um seitliches Licht abzuhalten (s. S. 324). Durch die Kurbel A und eine Zahnstange kann der Fuss C gehoben oder gesenkt werden; durch die Schraube B wird er fixirt. Bei F kann der Apparat geneigt und in beliebiger Lage festgehalten werden.

Für schwere und lange Cameras können A und B starke Tische (G, A, I, J Fig. 295) als Unterlage dienen, deren Platte vermittelst der Schrauben L und K verschiebbar ist; bei D und C sind Gelenke angebracht, welche die Neigung der Platte gestatten.

Durch ein Nuss-Gelenk kann die Camera leicht beweglich gemacht werden. Fig. 296 zeigt den Dreifuss mit dem bei BB angeschraubten Nuss-Gelenk, welches in eine Schraube C ausgeht; auf diesem ist das Brett und die Camera selbst befestigt (Fig. 297 und 298). Durch die Schrauben AAA kann der Camera jeder Grad der Neigung gegeben werden.

34) Aus Monckhoven's Traité général de Photographie. 1880. S. 88.

Es ist hierbei so ziemlich die Einrichtung des Theodolithen dem Camera-Stativ angepasst[35]). (Die eingezeichneten Masse sind englische Zolle).

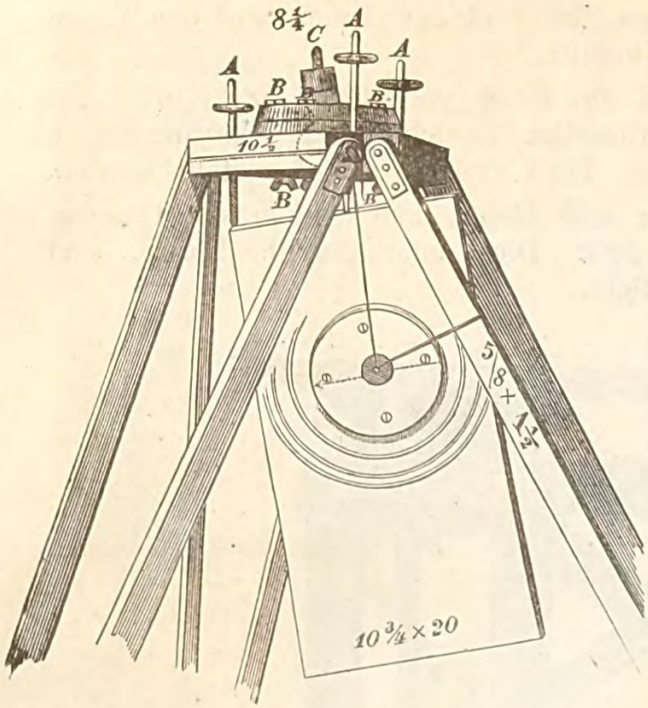


Fig. 296.

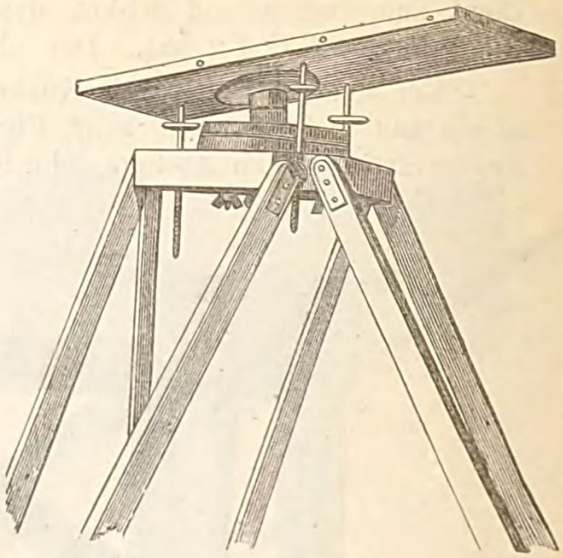


Fig. 297.

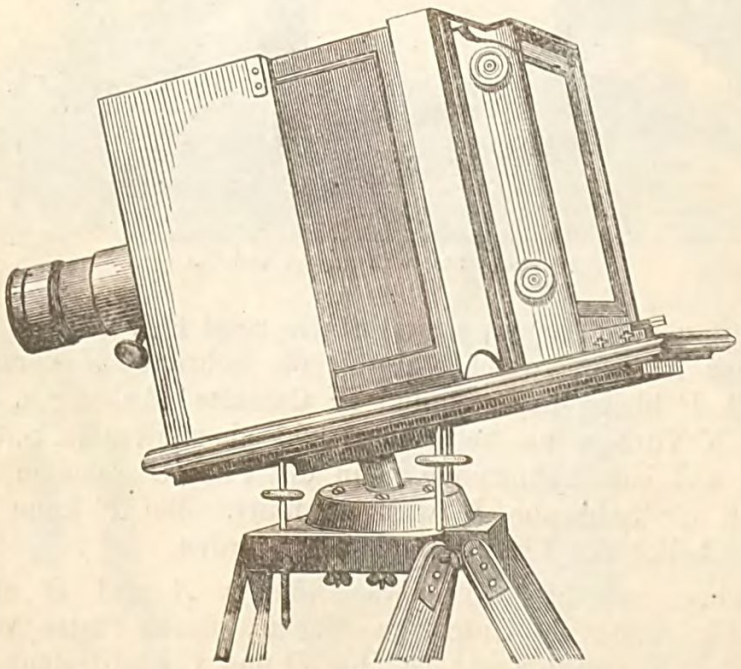


Fig. 298.
Stativ mit Nussgelenk.

Leicht zerlegbare Stative ohne Knie lassen sich aus Stäben, welche sich zerlegen und in ein leicht transportables Bündel vereinigen lassen, herstellen. Relandin legte in der Sitzung der Pariser photographischen Gesellschaft am 15. März 1856 ein solches Stativ vor, bei welchem jeder Fuss aus vier

35) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 259; aus Phot. News. Bd. 3, S. 365.

Stäben bestand, welche in der Mitte des Fusses innerhalb eines Ringes verschiebbar waren[36]).

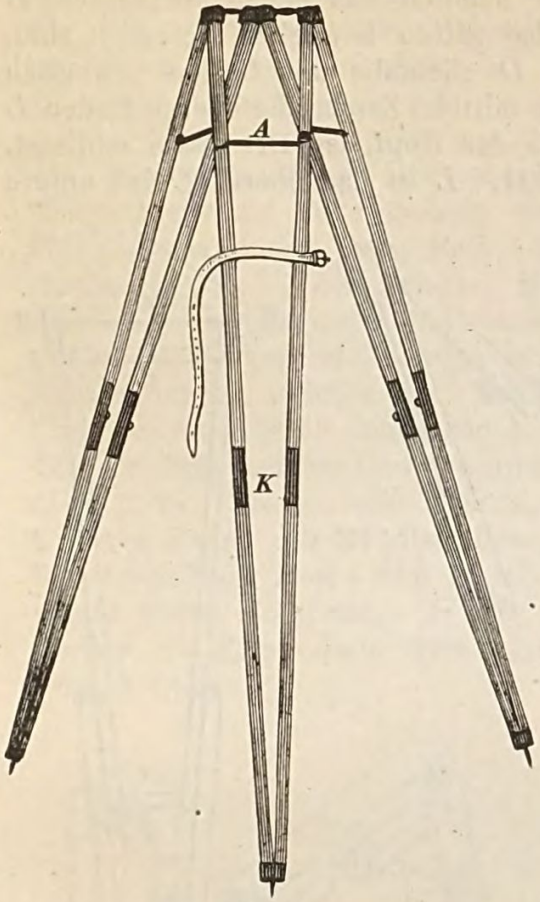


Fig. 299.

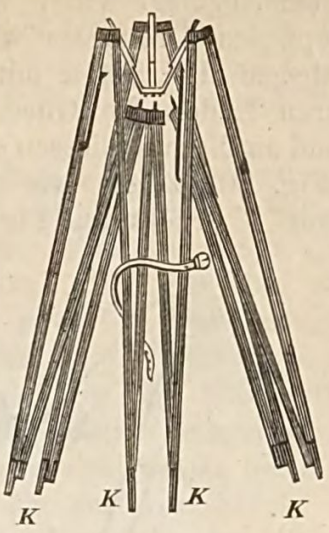


Fig. 300.

Fig. 301.

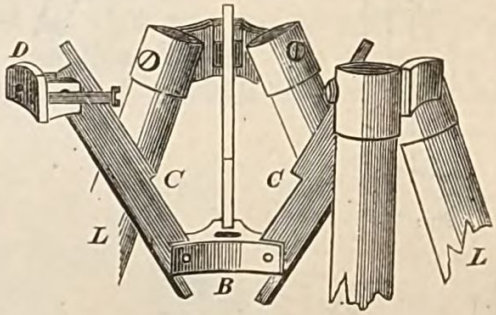


Fig. 303.

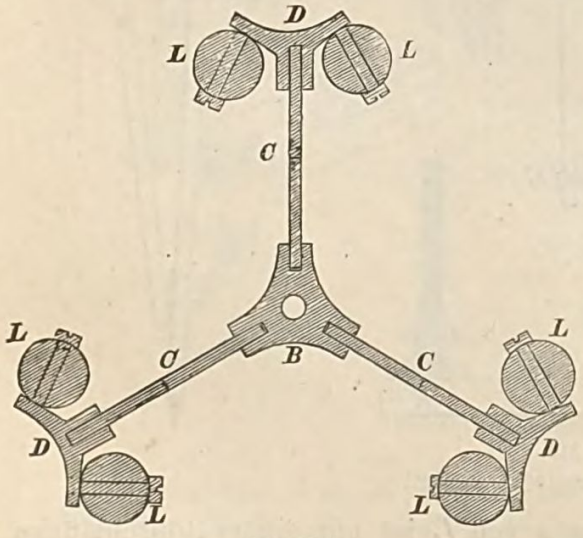


Fig. 302.

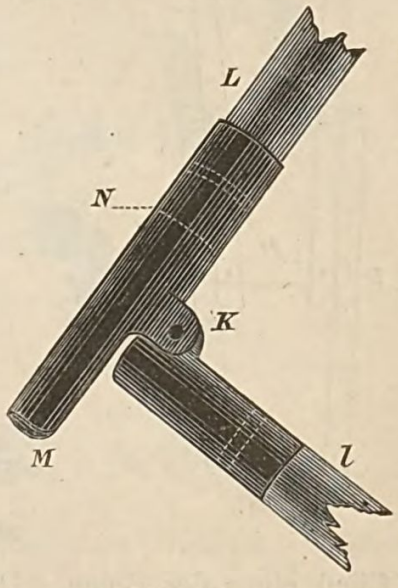


Fig. 304.

Zusammenlegbares Stativ.

Ein sinnreicher, leicht zusammenlegbarer und zugleich fester Dreifuss ist in Fig. 299 bis 304 abgebildet. Fig. 299 zeigt den Ständer zum Gebrauche aufgestellt. Bei *A* sind die beiden Stäbe eines jeden Fusses durch einen Querstab festgehalten. Eine Eigenthümlichkeit dieses Stativs besteht

36) Horns Phot. Journ. 1856. Bd. 4, S. 18.

darin, dass die Füsse nicht vom Kopfe getrennt sind. Fig. 300 zeigt, wie dieses Stativ zusammengelegt wird, was man noch deutlicher aus Fig. 302 ersieht. Der Kopf des Dreifusses wird nämlich aus einem Mittelstück *B* gebildet, an welchem drei Stäbe mittelst Stiften beweglich befestigt sind, mit deren anderen Enden die Glieder *D* ebenfalls mit Bolzen beweglich verbunden sind und an diese schliessen sich mittelst Zapfen die oberen Enden *L* der Füsse an. Fig. 303 zeigt, wie sich der Kopf des Dreifusses schliesst. Die Knieverbindung *K* erhellt aus Fig. 304. *L* ist das obere, *C* das untere

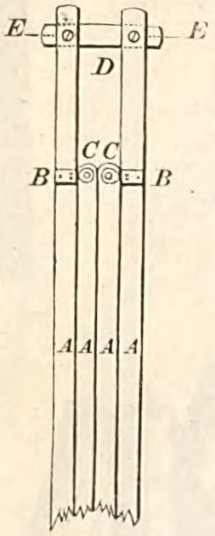


Fig. 305.

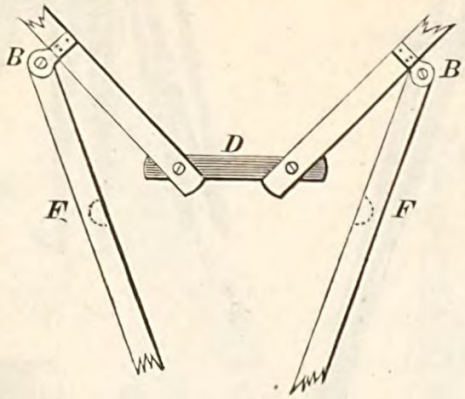


Fig. 306.

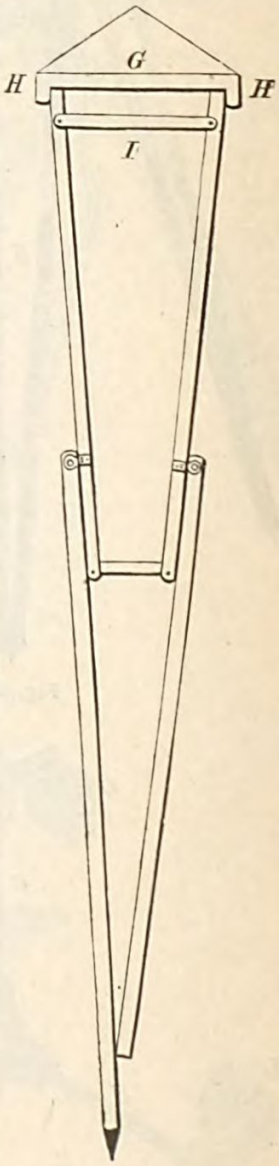


Fig. 309.

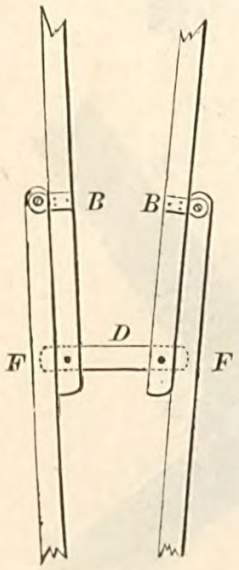


Fig. 307.

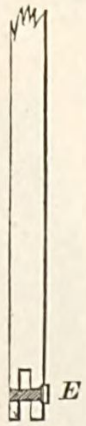


Fig. 308.

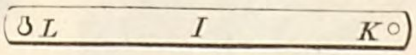


Fig. 310.
Shadbolt's zusammenlegbares Stativ.

Glied eines der Beine. Das untere Ende von *L* ist mit einem Röhrenstücke bekleidet, welches so eingeschnitten ist, dass zwei aufgebogene Theile die Hälfte eines Gewindes bilden; die Hälfte der Röhre unterhalb desselben, *M*, ist ganz weggeschnitten. Das obere Ende von *C* ist ebenfalls mit einem Röhrenstücke versehen, dessen einer Theil gespalten und auswärts gebogen ist, um die andere Hälfte des Gewindes zu bilden, das hergestellt wird, indem beide Theile durch einen Stift verbunden werden, der von der einen Seite bis zur anderen durchgeht. Die Seiten der Röhre bei *M* sind etwas

einwärts gebogen, so dass sie, wenn das Glied *C* mit *L* in eine gerade Linie gebracht wird, gleich einer Feder auf den oberen Theil von *C* wirken und ihn festhalten. Das Glied *L* wird nun bis zu *N* in die Röhre eingelassen. Fig. 301 zeigt den Ständer zusammengepackt. Wenn das Stativ aufgestellt ist, dienen kleine Vorsprünge bei *C C C* (Fig. 302 und 303) als Halter für die aufgeschraubte Camera[37]).

G. Shadbolt empfahl nach mehrfachen Versuchen nachstehende Form des photographischen Dreifusses[38]), bei welchem Festigkeit bei leichter Tragbarkeit in's Auge gefasst wurde. Fig. 305 zeigt die Enden der vier Stücke, aus denen jedes Bein besteht. *A A A A* sind rechtwinklige Holzstücke ($1^1/_4 \times {}^5/_8$ Zoll stark). *B B* zwei Scharnierbänder, um die äusseren Stücke herumzuschlagen und um Stifte bei *C* drehbar, so dass die äusseren Stücke ganz überdreht werden können, wie Fig. 309 zeigt. *D* ein dünner Metallstreifen, welcher am Ende des Holzes eingelassen wird, wie bei Fig. 308, und durch Schrauben befestigt ist, welche bei *E* durchgehen. Um den Dreifuss aufzustellen, werden die äusseren Stücke aufwärts gebogen (Fig. 306), bis sie die Stellung in Fig. 307 und 309 einnehmen. Die äusseren Enden des Metallstreifens *D* fallen in Zapfenlöcher wie in Fig. 307. Ein dreieckiger Holz- oder Metalldeckel *G* wird nun den Beinen aufgesetzt, welche durch Vorsprünge *H* Fig. 309 gehalten werden. In dieser Stellung werden die Beine dann durch Metallstreifen *I* mittelst Schrauben gehalten (Fig. 310).

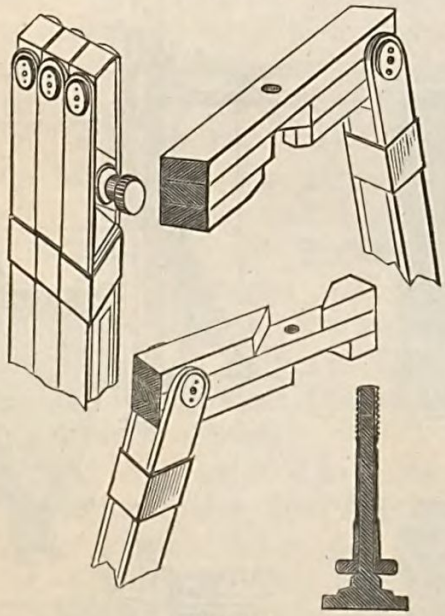


Fig. 311.

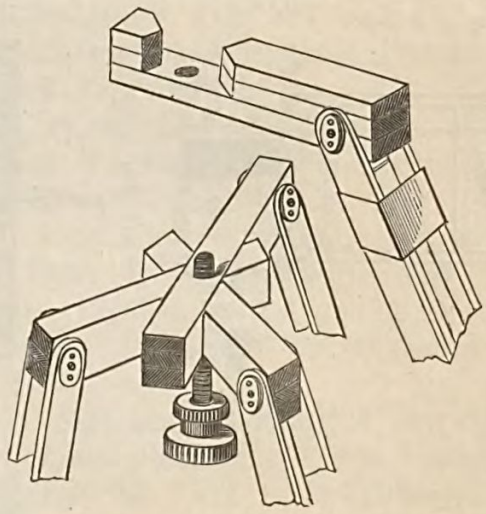


Fig. 312.

Warnerke's zusammenlegbarer Dreifuss.

Bemerkenswerth ist Warnerke's zusammenlegbarer Dreifuss, welchen er in der Sitzung der South London Photographic Society am 6. Nov. 1879 ausstellte[39]). Die Construction ist aus Fig. 311 bis 312 ohne weitere Erklärung ersichtlich.

37) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 145; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 302.

38) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 92; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 288.

39) Phot. News. 1879. S. 549.

Zur Reproduction von Karten, Plänen etc. ist eine besondere Anordnung der Camera und des Gegenstandes nothwendig.

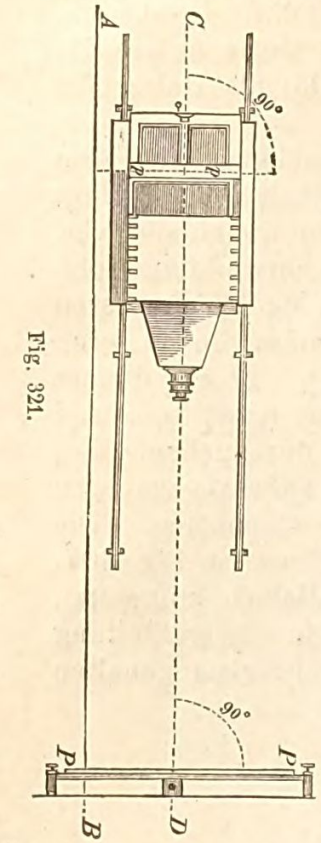


Fig. 321.

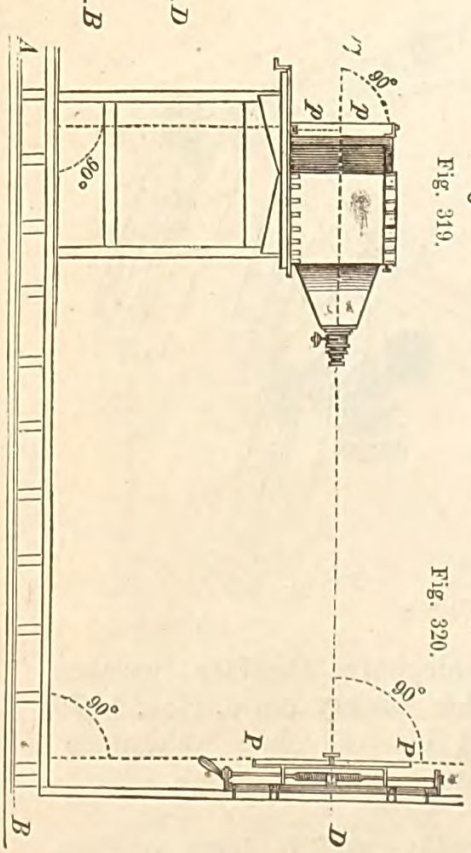


Fig. 322.

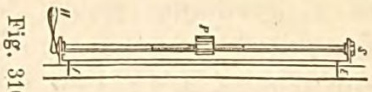


Fig. 316

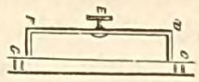


Fig. 317.

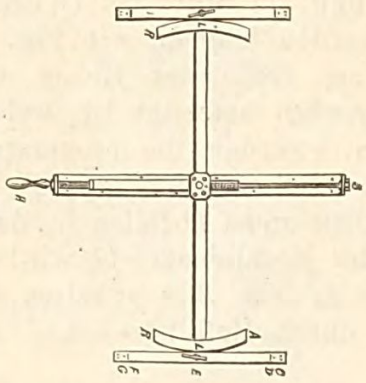


Fig. 318.

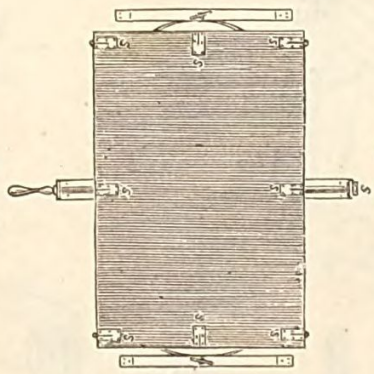


Fig. 319.

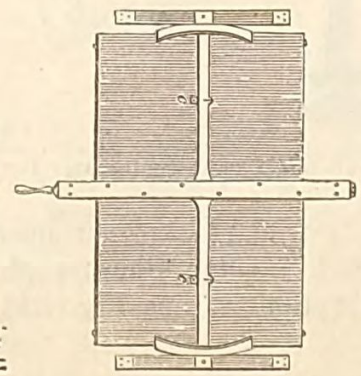


Fig. 320.

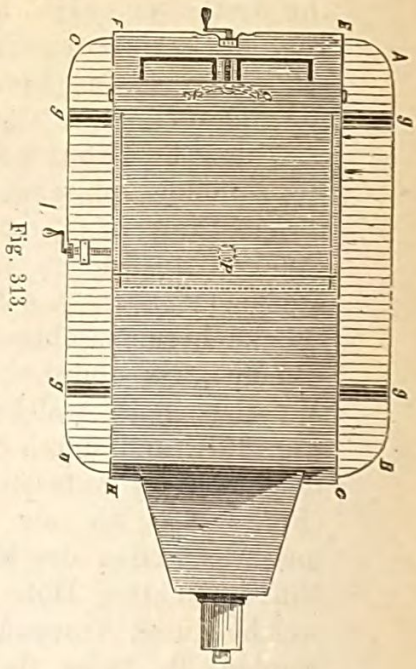


Fig. 313.

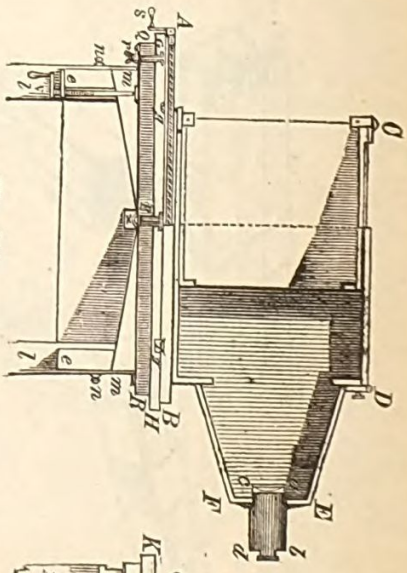


Fig. 314.

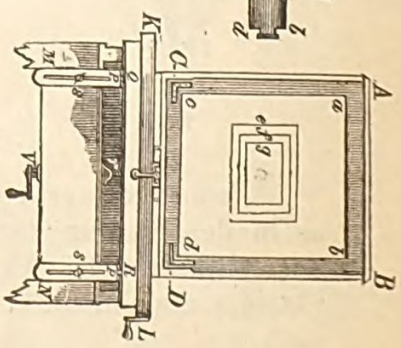


Fig. 315.

Die ältere Einrichtung des Reproductions-Ateliers zu Southampton zeigt Fig. 313 bis 321[40]). Die Einrichtung der Camera zeigt Fig. 313 bis 321.

40) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 2, S. 300.

In Fig. 313 ist *ABCD* Obertheil des Camera-Ständers, *EFGH* Camera, *gg* messingene Vförmige Fugen, *p* Mittelzapfen, um den sich die Ständerplatte dreht, *cc* kreisförmige Rinne am Obertheile des Ständers, *L* Schraube zur Seitwärtsbewegung des Dunkelkastens, *S* Schraube zum Einstellen. — In Fig. 314 ist *ABCDEF* die Camera, *GHQR* Obertheil des Ständers, *GH* oberes Brett, *QR* unteres Brett, *abcd* Linse und Fassung, *gg* Vförmige Läufer in Vförmigen Fugen gehend, *K* Kreisbogen aus dem unteren Brette ausgeschnitten, *ll* Theile der Füsse des Ständers, *mm* Platten mit Scharnieren, *nn* Schrauben zum Festhalten der Plattenmittelzapfen, *r* Schraube, welche durch den Kreisbogen geht und beide Bretter zusammenhält, *ss* Schraube ohne Ende zum Einstellen, *V* Stellschraube, um den Obertheil des Ständers um die Axe *p* zu bewegen, *X* Axe des Obertheils des Ständers. — Fig. 315: *ABCD* Schieber mit der matten Scheibe *abcd*, *efg* Rechtecke, welche auf dem matten Glase gezeichnet sind, um mit den Randlinien des Planes nach der Natur der Verkleinerung zusammenzufallen, *KLMN* Camera-Ständer, *pp* Platten zum Höherstellen, *ss* Haltschrauben für dieselben, *QR* unteres Brett, *r* und *V* wie bei Fig. 314.

Der Ständer für die Pläne erhellt aus Fig. 316 bis 321. Er besteht aus einem Mittel- und Seitentheile; der erstere, Fig. 316 und 318, wieder aus einer an die Wand angeschraubten Eisenstange *EF* mit aufgebogenen Endscheiben, in denen die Schraubenstange *SS* sich bewegt, welche durch die Handhabe *H* gedreht wird. Ein Centralbolzen ist an die Schraube *SS* befestigt und steht mit der Querstange *LL* in Verbindung, welche sich um ihn dreht und an beiden Enden zwei Kreisbogen *AR* trägt, die am äusseren Rande sich verdünnen. Jeder von den Seitentheilen Fig. 317 und 318 besteht aus einer an beiden Enden zweimal rechtwinklig gebogenen Eisenstange *CDFG*, die bei *C* und *G* an die Wand angeschraubt ist. Der Theil *DF* ist doppelt, der untere dünnere Theil ist mit dem oberen nur an beiden Enden verbunden und kann vermöge seiner Biegsamkeit durch Nachlassen der Schraube *E* von dem letzteren in der Mitte entfernt werden. Der dünne Theil der Kreisbogen *AR* befindet sich, wenn die Vorrichtung aufgestellt ist, zwischen dem oberen und unteren Theil der Seitenstangen und der Arm *LL* kann in jedem Theile des Bogens, welchen er um den Bolzen *P* bis auf eine gewisse Grenze beschreibt, mittelst Anziehen der Schraube *E* festgeklemmt werden.

Fig. 319 zeigt die Vorder- und Fig. 320 die Rückansicht der Vorrichtung mit der zur Aufnahme des Originals dienenden Platte, welche mittelst zweier Haken *cc*, Fig. 320 befestigt ist. Die Federklammern *S* (Fig. 319) dienen zum Befestigen der Pläne.

Fig. 321 und 322 zeigt die gegenseitige Lage der Camera und des Plan-Halters. *CD* Linie in der Ebene der Einstellung, welche durch die Mitte des Bolzens des Plan-Trägers und den Mittelpunkt der empfindlichen Platte in der Camera geht und mit der optischen Axe der Linse zusammenfällt. *PP* Lage des Planes, *pp* Axe der empfindlichen Platte in der Camera.

VI. Die Cassette.

A. Die einfache Cassette.

Mit diesem Namen bezeichnet man den von dem Begriffe einer photographischen Camera unzertrennlichen Schieber, welcher die lichtempfindliche Platte einschliesst und bei der photographischen Aufnahme an die Stelle der

matten Scheibe eingefügt wird. Bei Construction der Cassette ist hauptsächlich auf den lichtdichten Verschluss der empfindlichen Platte Rücksicht zu nehmen.

Die Cassette Fig. 323 besteht aus drei Haupttheilen, dem Rahmen *c*, dem Deckel oder Thürchen *b* und dem Schieber *a*; dieselbe ist innen geschwärzt. An den Ecken sind Silberdrähte, Holz-, Glas- oder Beinstückchen als Stütze für die einzulegenden Glasplatten angebracht; das Thürchen oder der Deckel ist an seiner Innenseite mit einer Feder versehen, welche die präparirte Glasplatte gegen den Rahmen festdrückt.

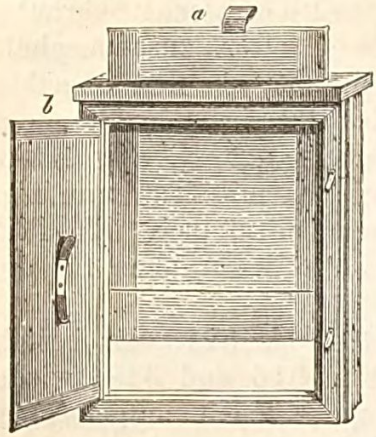


Fig. 323. Cassette.

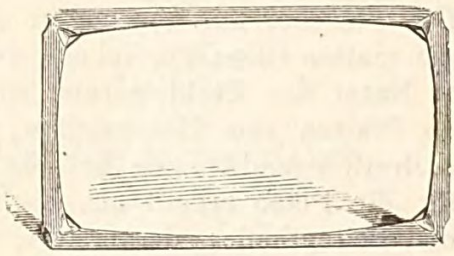


Fig. 324. Einlegerahmen.

Fig. 325. Einlegerahmen.

Um die Cassette auch für kleinere Platten benutzen zu können, werden Einlegerahmen (Fig. 324 oder 325) hineingelegt.

Da jeder solche Einlegerahmen nur für eine einzige Plattengrösse verwendbar ist, werden auch verschiebbare Rahmen benutzt.

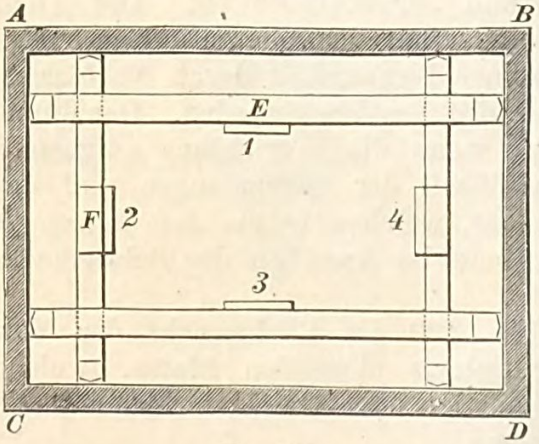


Fig. 326.

Kureem Buksh beschrieb einen practischen „Universalträger“ für Platten in der Cassette. *A B C D* (Fig. 326) ist ein Rahmen von Holz, welcher in die Cassette passt. *E* und *F* sind flache Metallstäbe, welche in einer Fuge in dem Holzrahmen laufen; der eine Stab gleitet in einer Spalte in den anderen. Fig. 327 zeigt den kürzeren Arm *F*, Fig. 328 den längeren *E*. Der Rahmen wird demnach jede beliebig grosse Platte halten [41]).

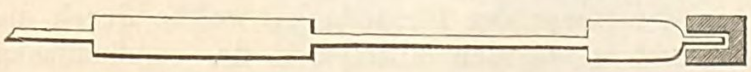


Fig. 327.

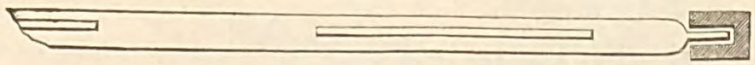


Fig. 328.
Universal-Träger für Cassetten.

Die Cassette wird in der Regel aus Holz construirt. Seit der Einführung des Trocken-Verfahrens haben Cassetten aus schwarz lackirter Pappe viele Freunde wegen ihrer Leichtigkeit gefunden. Der Rahmen der Cassette ist aus Holz. Bei

41) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 97; aus Phot. News. Bd. 4, S. 238. — Eine ähnliche Einrichtung theilte Buchtel mit (Phot. Arch. 1877. S. 93, mit Abbildung).

ganz kleinen Cassetten können die Verschlusshaken, welche den Schieber am Herausfallen hindern, durch ein Kautschukband ersetzt werden.

Beim nassen Collodion-Verfahren kommt viel darauf an, dass das Silberbad sich nicht ins Holz zieht und dann zu Fehlern und Flecken Veranlassung gibt, was schon Bertsch vor dreissig Jahren erwähnte[42]). Nach H. W. Vogel[43]) schützt man die Cassetten am besten dagegen durch Eintauchen der unteren Ecken der Cassette in geschmolzenes Paraffin (5 Minuten) oder mehrfachen Asphaltlack-Anstrich. Auch Bestreichen der Ecken mit Schellack oder Negativlack wird empfohlen (z. B. Bertsch[44]), Montizon[45]), doch nutzt sich dieser Ueberzug früher ab und muss öfters erneuert werden (Vogel).

Von Vortheil beim nassen Negativ-Verfahren ist eine an dem unteren Querstücke des Rahmens angebrachte Rinne Fig. 329, welche die von einer feucht präparirten Platte ablaufende Silberlösung aufzunehmen und nach aussen zu führen bestimmt ist.

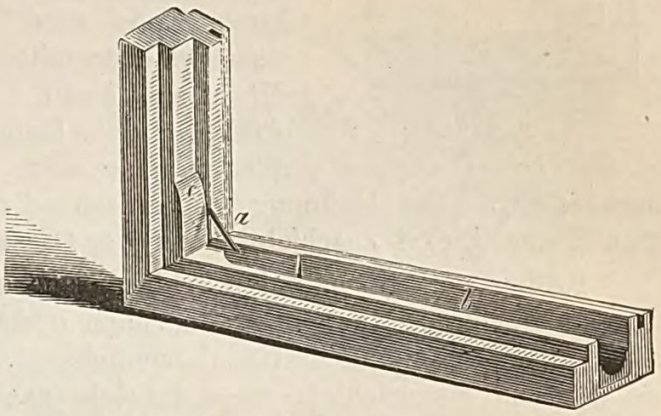


Fig. 329. Rinne der Cassette.

Cassetten-Ecken aus Silberdraht (Fig. 329), oder Blech (Fig. 330), oder aus gegossenem Glas (Fig. 331, die halbrunden Ansätze dienen zum Einlassen in's Holz), oder Ebonit haben sich im nassen Collodion-Verfahren sehr bewährt.

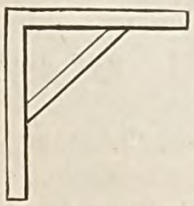


Fig. 330.
Cassetten-Ecken aus Silber.

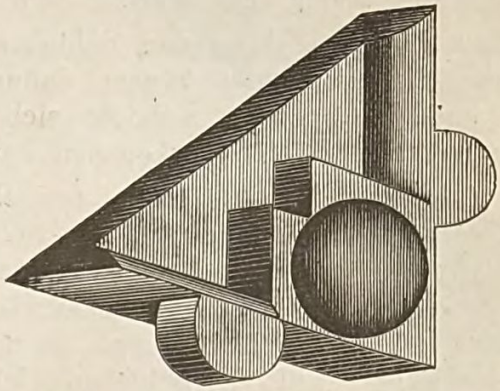


Fig. 331.
Cassetten-Ecken aus Glas.

In neuerer Zeit ist diese Frage für jene, welche mit trockenen Platten arbeiten, gegenstandslos geworden. Einfach gefirnisste Holzecken oder in den Ecken angebrachte Zink-Einlagen (schon von Bock[46]) u. A.[47]) vorgeschlagen) sind vollkommen zweckentsprechend.

42) Horn's Phot. Journ. 1854. Bd. 1, S. 101.
43) Vogel, Lehrbuch d. Phot. 1878. S. 274.
44) Horn's Phot. Journ. 1854. Bd. 2, S. 26.
45) A. a. O.
46) Phot. Archiv. 1860. S. 72.
47) Z. B. bei Ottewill's Camera vorhanden (Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 102).

Der Schieber muss so construirt sein, dass er, wenn aufgezogen, nicht ganz aus der Cassette herausgeht; es muss dies Herausziehen durch eine vorspringende Leiste, die am Cassettenrande Widerstand findet, verhindert werden; zugleich hat diese Leiste den Zweck, das Eindringen des Lichtes durch die Spalten zwischen der Cassette und dem Schieber au verhindern.

Ein Reiber oder Schnäpper hindert das unzeitmässige Herausgleiten des Schiebers. Eine einfache derartige Vorrichtung[48]) zeigt Fig. 332. Dieselbe besteht aus einem Streifen Messingblech (1 cm breit und 3 cm lang), welcher an einem Ende rechtwinklig aufgebogen ist. In dem kurzen Ende *A* ist ein rundes Loch, in dem langen Ende *B* ein tiefer Einschnitt. Das kurze Ende wird auf der Cassette gerade neben dem Schieber mittelst einer Schraube befestigt, um die es sich dreht. Eine andere sehr kurze Schraube wird in den Knopf des Schiebers eingeschraubt, aber nur so weit, dass sie noch um ein Gewinde heraussteht. Die Oeffnung *B* correspondirt mit dieser Schraube. Wenn man diesen Riegel zuschiebt, kann der Cassetten-Schieber sich nicht öffnen.

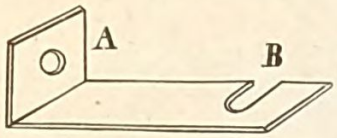


Fig. 332.

Früher machte man den Schieber aus einem Stück, welcher, wenn die Cassette geöffnet war, entweder nach oben in die Höhe ragte, oder nach unten hing, was manche Unzukömmlichkeit mit sich brachte. Deshalb wird er jetzt so eingerichtet, dass er sich (nach dem Herausziehen) umklappen lässt. Dies erreicht man durch feine Scharniere.

Die Cassetten-Schieber können für Landschafts-Apparate aus starkem Carton, welcher mittelst Marineleim mit dunkler Leinwand überzogen ist, hergestellt werden; solche Deckel sind ziemlich widerstandsfähig, sehr elastisch und weder dem Werfen noch dem Springen ausgesetzt[49]).

Man hat empfohlen den Schieber der Cassette derartig einzurichten, dass er sich nach unten öffnet; dadurch wird verhindert, dass Licht eindringt und der Schieber verzieht sich weniger leicht, was auch beim Bedecken mit einem Tuch vorkommen kann[50]).

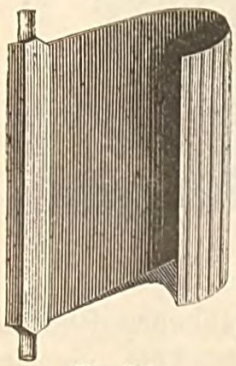


Fig. 333.
Jalousie-Schieber.

An Stelle der Holzschieber wendet man häufig bewegliche Jalousie-Schieber an (Holzstäbchen auf Leder oder Leinwand aufgezogen), welche weniger Raum einnehmen, weil sie sich ganz umbiegen. Für Landschafts-Aufnahmen sind sie nicht zu empfehlen, weil bei feuchter Luft der Schieber leicht anquillt, sich festklemmt und erst nach vorherigem Austrocknen wieder in Gang kommt[51]), dagegen bewähren sie sich gut im Atelier. Ein derartiger Jalousie-Schieber ist in Fig. 333 abgebildet.

Schwarzschild benutzte zu seinen Aufnahmen in Aegypten, der Türkei, Deutschland, Frankreich etc. die in Fig. 334 und 335 abgebildeten Cassetten und Camera. Er hatte ein Kistchen mit 12 Cassetten aus Carton und einer Holzcassette. In diese Holzcassette Fig. 334 legte er ähnliche Cassetten von Carton, welche

48) Carey Lea, Phot. Archiv. 1869. S. 11.
49) Pizzighelli, Anleitung zur Phot. f. Amateure und Touristen. 1882. S. 6.
50) Bickell, Phot. Mitth. 1875. Bd. 11, S. 73.
51) Remelé, Kurzes Handbuch f. Landschaftsphot. 1880. S. 36.

gleichfalls einen Schuber hatten, wenn man belichten wollte. Er legte diese Carton-Cassette *g* Fig. 334 in die Holzcassette und schloss dieselbe mit dem Brettchen *f*, wobei der obere Theil zurückgelegt wurde, um den Schuber der Carton-Cassette herausziehen zu können. Wurde diese doppelte Cassette in die Camera eingesetzt, so musste zuerst der Schuber der Holz-Cassette *e* aufgezogen werden, dann erst konnte der Schuber der Carton-Cassette entfernt und belichtet werden (Fig. 335). Die Camera für sich zeigt Fig. 336 [52]).

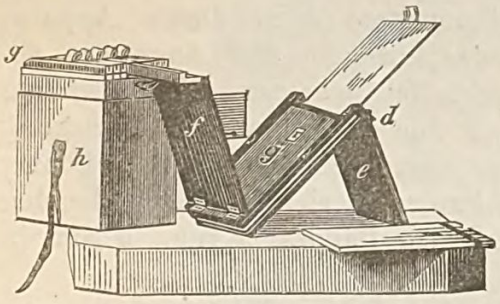


Fig. 334.

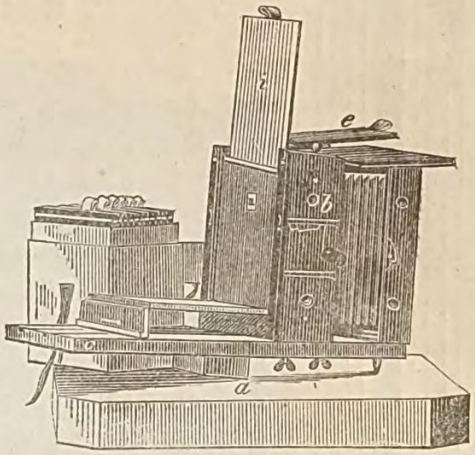


Fig. 335.

Schwarzschild's Cassetten.

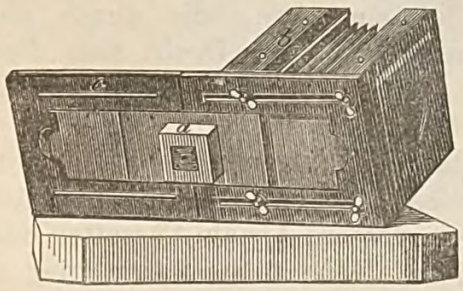


Fig. 336.

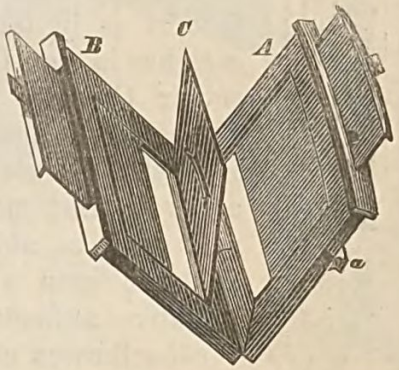


Fig. 337. Doppel-Cassette.

B. Die Doppel-Cassette.

Für Aufnahmen im Freien stehen sogenannte Doppel-Cassetten in Anwendung, welche zwei empfindliche Platten enthalten (Fig. 337). Die Doppel-Cassette besteht aus zwei einzelnen Cassetten *A* und *B*, welche sich in einem Charniere öffnen und in der Mitte eine undurchsichtige Zwischenwand (geschwärztes Blech) enthalten, bei welcher eine Horn- oder Metallfeder die Platten an den Rahmen drückt. Durch einen Verschluss *a* werden die beiden Hälften geschlossen.

Doppel-Cassetten waren schon um das Jahr 1860 allgemein bekannt.

Fig. 338 zeigt eine ältere Construction. In diese Doppel-Cassette können auch die Platten durch eine Oeffnung am Ende eingeschoben werden.

52) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 205.

Die (in der Fig. 338 mit „Glas“ bezeichnete) empfindliche Platte lässt man durch die Oeffnung *B* in die Cassette gleiten und schiebt zwischen beide ein Stück geschwärzten Carton, welcher die Platten trennt und an ihrem Platz festhält[53]). Die Oeffnung wird dann durch das schief geschnittene Holz *B* verschlossen.

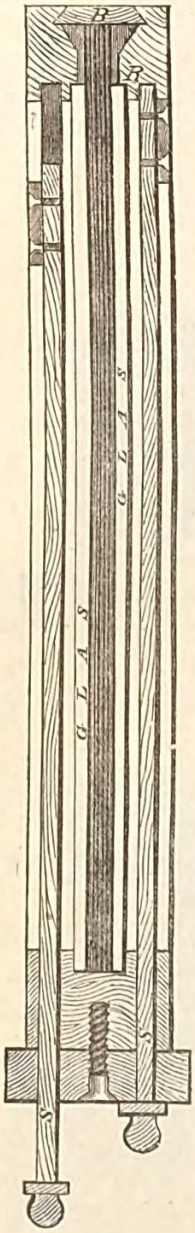


Fig. 338. Doppel-Cassette.

Jonte's Doppel-Cassetten s. S. 372.

C. Roll-Cassetten für Negativ-Papier.

Roll-Cassetten, welche im Innern Walzen (Rollen) haben, auf denen sich empfindliches Negativpapier auf- und abrollen lässt, gab Relandin 1855[54]) und Melhuish 1856[55]) an. C. J. Burnett vervollkommnete 1857 diesen Apparat sehr. Die Rollen hatten Zeiger, welche die Länge des abgerollten Negativ-Papiers ersichtlich machten. Er erwähnte auch, dass auf diesem Wege eine gut angepasste Bewegung der Camera in einem Kreise hervorgebracht werden könne, so dass, während ein Stück Papier in richtig entsprechenden Zwischenräumen abgerollt wird, ein Panorama rund herum in einem Stücke aufgenommen werden kann[56]).

L. Warnerke[57]) benutzte im Jahre 1875 die Roll-Cassette (zunächst für Collodion-Emulsion, später auch für Gelatine-Emulsion). Er überzog Papier mit mit Bromsilber-Emulsion, schnitt es in lange Streifen und wickelte es auf kleine Rollen, welche in der Cassette untergebracht waren. Die eine Rolle seiner Cassette (Fig. 338) hat eine Axe, die durch eine Kurbel von aussen bewegt werden kann. Dreht man diese Kurbel, so wickelt sich das Papier von einer Rolle auf die andere. Hat man das erste Stück des Papieres exponirt, so rollt man es auf und bringt dann das folgende zur Exposition; so kann man auf einen Streifen nach einander 50 oder 100 Negative aufnehmen, ohne eine grössere Anzahl Cassetten oder Wechselkasten etc. zu benöthigen. Eine kleine Vorrichtung an der Aussenseite der Cassette zeigt an, wie viel von dem Papierstreifen bereits exponirt wurde; eine Schraubenvorrichtung erhält die Papierstreifen stets gespannt. Eine geschwärzte Glasplatte ist in der Front der Cassette an der Stelle, wo sonst die matte Scheibe sich befindet, befestigt und dient als Führung für das von einer Rolle auf die andere abzuwickelnde Papier. Das empfindliche Papier wird auf der Rückseite mit Bleistiftstrichen nach der Grösse der Platten, welche man wünscht, oder in anderer Weise eingetheilt und nummerirt. In dem Schieber der Cassette ist eine Oeffnung mit gelbem Fenster, durch welches man die Striche und Nummern beobachten kann, wenn man die Papierrollen dreht, so dass man

53) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 25; aus Phot. News. Bd. 3, S. 233.
54) Cosmos. Bd. 6, S. 709. Kreutzer's Jahrber. d. Photogr. 1855. S. 36.
55) Kreutzer's Jahrber. der Photogr. 1856. S. 151; aus Journ. phot. Soc. London. Bd. 3, S. 28, mit Abbildung.
56) Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1857. S. 390; aus Phot. Notes. 1857. S. 203.
57) Phot. Corresp. 1875. S. 184; aus Phot. News. Nr. 876 und 877.

leicht die einzelnen Theile des Papierstreifens genau einstellen kann. Nach der Exposition schneidet man die Streifen entzwei und entwickelt wie gewöhnlich.

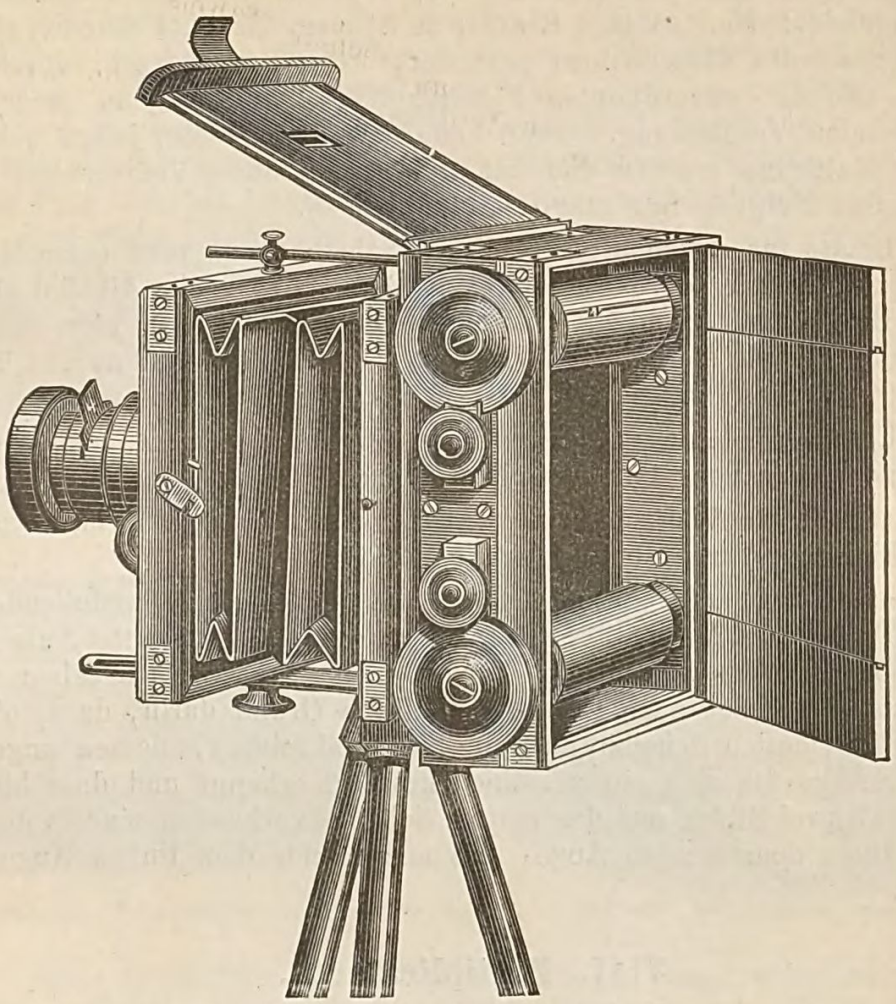


Fig. 339. Warnerke's Roll-Cassette.

VII. Die Visirscheibe.

Die Visirscheibe, das Einstellglas oder schlechtweg die matte Scheibe genannt, besteht aus fein geschliffenem matten Glas. Es muss durchsichtig genug sein, um die Lichtstrahlen selbst noch bei starken Blendungen durchzulassen.

Die Visirscheibe befindet sich in einem Rahmen, welcher so gearbeitet sein muss, dass er leicht und ohne Reibung herausgenommen (resp. bei Seite geschoben) und an seine Stelle die Cassette mit der empfindlichen Platte gesetzt werden kann.

Je feiner und kleiner die abzubildenden Gegenstände sind, desto feiner soll der matte Schliff der Glasplatte sein; dies ist besonders dann nothwendig, wenn man mit der Loupe einstellt.

Ein mattes Glas, das zu undurchsichtig ist, kann durch Einreiben mit Olivenöl durchsichtiger gemacht werden. Man gibt einen Tropfen Oel auf das Glas und verbreitet es mit einem Leinwandlappen überall gleichmässig hin und reibt dann wieder trocken. Dasselbe erreicht man, wenn man die

matte Scheibe über einer Weingeistlampe erwärmt, dann Wachs daraufreibt und mit Baumwolle abreibt[58]).

Das Einölen der matten Scheiben hat den Nachtheil, dass sie leicht Staub annehmen und unsauber werden, weshalb Stolze folgendes Verfahren empfiehlt: Man schlägt Eiweiss zu Schnee, lässt 24 Stunden absetzen und übergiesst die Visirscheiben entweder, wenn man sie sehr durchsichtig braucht, mit der unverdünnten Flüssigkeit oder mit irgend einer genau auszuprobenden Verdünnung. Man kann auf diese Weise jeden beliebigen Grad der Mattirung erzielen und hat stets eine saubere Visirscheibe, da das Eiweiss keine Neigung hat Staub festzuhalten[59]).

Als Ersatz für eine matt geschliffene Scheibe kann man einen Mattlack benutzen, z. B. nach Kleffel[60]) 120 Theile Aether, 16 Theile Alkohol absolut., 6 Theile Benzoëharz (gepulvert), welchen man, nachdem er klar geworden, kalt auf die Platten giesst. Ein Lack aus 18 Theilen Sandarac, 4 Theilen Mastix, 200 Theilen Aether und 80 bis 100 Theilen Benzol wirkt ebenso.

Als Ersatz für eine mattgeschliffene Glasscheibe kann auch eine gesilberte und gewaschene Collodionplatte dienen[61]).

Um sehr zarte Visirscheiben zu bekommen, verwende matt geätztes (mittelst Flusssäure) statt matt geschliffenes Glas[62]).

Das auf der matt geschliffenen Glasscheibe sich darstellende Bild erscheint, sobald man es mit beiden Augen zugleich betrachtet, als Relief, so, als ob man den betreffenden Gegenstand stereoscopisch sehen würde. Diese Erscheinung hat nach Claudet[63]) ihren Grund darin, dass, obgleich man auf der matten Scheibe nur ein Bild wahrnimmt, dessen ungeachtet doch jedes Auge für sich ein verschiedenes Bild erkennt und dass hiernach in der That zwei Bilder auf der matten Scheibe vorhanden sind, von denen das eine allein dem rechten Auge, das andere nur dem linken Auge sichtbar ist[63]).

VIII. Multiplicatoren.

Unter Multiplicator versteht man eine Camera mit einem oder mehreren Objectiven, bei welchen durch Verschiebung der Cassette mehrere Aufnahmen hintereinander auf derselben Platte gemacht werden können.

A. Multiplicator mit einem Objectiv.

Das Princip dieses Apparates besteht darin, dass die Cassette horizontal (oder auch ausserdem noch von oben nach unten) verschiebbar ist, so dass auf der Platte nach einander zwei bis drei Bilder erzeugt werden können.

Solche Cassetten, welche drei Aufnahmen auf einer Platte zu machen gestatten, nennt man auch „Drillings-Cassetten“.

58) Brit. Journ. Phot. Almanac. 1882. S. 136.
59) Phot. Wochenbl. 1881. S. 236.
60) Kleffel's Handbuch der pract. Photographie. 1880. S. 450.
61) Nach Emerson eignet sich eine gewöhnliche Fothergill-Trockenplatte mit ihrem zarten gelblichen Jodsilberhäutchen so vortrefflich, dass er bei sehr kleiner Objectiv-Oeffnung das Bild bis zur fünfzehnfachen Vergrösserung betrachten konnte. (Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 23.)
62) Forrest, Phot. Mitth. 1869. Bd. 5, S. 289.
63) Horn's Phot. Journ. 1857. Bd. 8, S. 78.

Die verschiebbare Cassette, welche gestattet, dass man zwei oder drei Bilder auf einer Platte erhält, hat folgende Einrichtung. Sie besteht aus einem in die Camera einschiebbaren Rahmen (sog. Anhang), welcher eine kleine Visirscheibe und eine verschiebbare Cassette enthält. Fig. 340 und 341 veranschaulichen dies. Die horizontal liegende Cassette wird rechts eingeschoben. Auf dem Wege kann sie zwei bis dreimal arretirt werden. Die Cassette hat oben und unten einen Falz, welcher in Nuthen eingreift, die an zwei hervorstehenden Leisten der Bahn befestigt sind. Links befindet sich die Visirscheibe. Im Innern des hinteren Rahmens, unmittelbar vor dem Falz der Cassettenbahn wird eine hölzerne Blende eingesetzt, welche in der Mitte einen viereckigen Ausschnitt hat, deren Grösse um ein Weniges die der Visitkarte (resp. des Cabinetbildes) übertrifft. Diese Blende dient dazu, alles nicht verwendbare Licht abzuhalten, so dass nach Oeffnung des Schiebers nur der vor der Blendenöffnung befindliche Theil der Platte von den Lichtstrahlen getroffen wird. Aus gleichem Grunde ist auch die verticale Bahn, in welcher sich die Cassette verschiebt, länger als der übrige Theil des hinteren Rahmens, so dass dieselbe zu beiden Seiten über das Schwanzbrett hinausreicht.

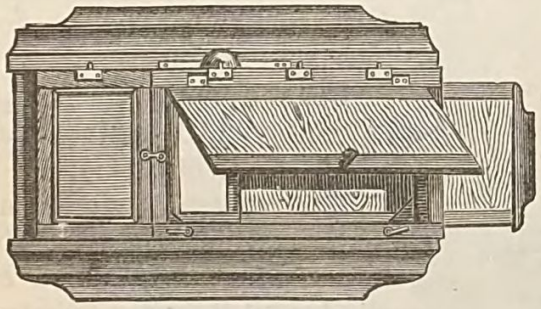


Fig. 340. Multiplicator-Cassette.

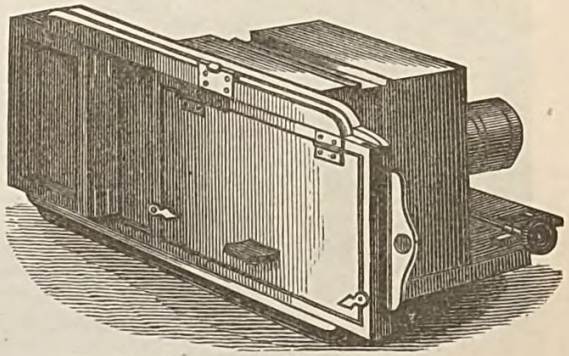


Fig. 341. Multiplicator-Camera.

An dem oberen Theile der Bahn sind Federn angebracht, welche durch rechtzeitiges Einschnappen genau markiren, wann die erste Hälfte der Platte sich vollständig vor der Blendenöffnung befindet, oder wann sie dieselbe, nachdem sie belichtet worden, in ihrer ganzen Breite passirt hat. Die Cassette wird eingeschoben, bis die Feder einschnappt; dann öffnet man den Schieber zur Hälfte und belichtet. Hierauf schliesst man das Objectiv, verschiebt die Cassette bis die zweite Feder einschnappt, öffnet den Schieber ganz, belichtet abermals, meistens etwas länger, schliesst das Objectiv und den Schieber und nimmt die Cassette links heraus.

Soll der Apparat für grössere Bilder verwendet werden, so nimmt man die erwähnte Blende aus der Camera und stellt die Federn ab (Buehler).

B. Multiplicator mit mehreren Objectiven.

Einen Apparat mit zwei oder mehreren Objectiven, welche den Zweck haben, gleichzeitig und auf derselben Platte so viel Bilder desselben Gegenstandes zu erhalten, als sich Objective an der Camera befinden, construirte schon Quinet und derselbe wurde ihm am 7. Januar 1854 patentirt; er nannte den Apparat „Quinetoscop“ [64]). Später war es namentlich Her-

64) Horn's Phot. Journ. 1860. Bd. 13, S. 77. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. Bd. 1, S. 39.

magis, welcher auf Grund einer Aufforderung des Photographen Pierson (1859) an die Ausführung solcher Cameras mit 4 Objectiven (zwei und zwei untereinander gestellt) schritt, weil die damals ungeheuer grosse Nachfrage nach photographischen Visitkarten es fast unmöglich machte, den Anforderungen mit einem Objectiv zu entsprechen[65]). Le Gray legte in der Sitzung der französischen photographischen Gesellschaft am 20. Januar 1860 einen Multiplicator vor, welcher vier Objective in einer Reihe knapp neben einander gestellt enthielt. Die Platte konnte verschoben werden, so dass vier Paare stereoscopischer Aufnahmen auf einer Platte erhalten wurden; nahm man auf jeder Linie das Bild des ersten und dritten Objectives und jenes des zweiten und vierten und combinirte sie, so erhielt man stereoscopische Bilder[66]).

Gewöhnlich hat der Visitenkarten-Multiplicator vier Objective von gleicher oder fast gleicher Brennweite, mit denen, auf einer mehr breiten als hohen Glasplatte, acht Aufnahmen gemacht werden. Wir wollen zuerst diesen Apparat und dann einen andern mit zwei Objectiven beschreiben.

Die erste Bedingung zur Anfertigung guter Visitkarten-Bilder besteht in der Verwendung von Objectiven, welche grössere Bilder geben, als erforderlich ist. Nur dadurch wird es möglich, vollkommene Schärfe in allen Theilen des Bildes zu erzielen.

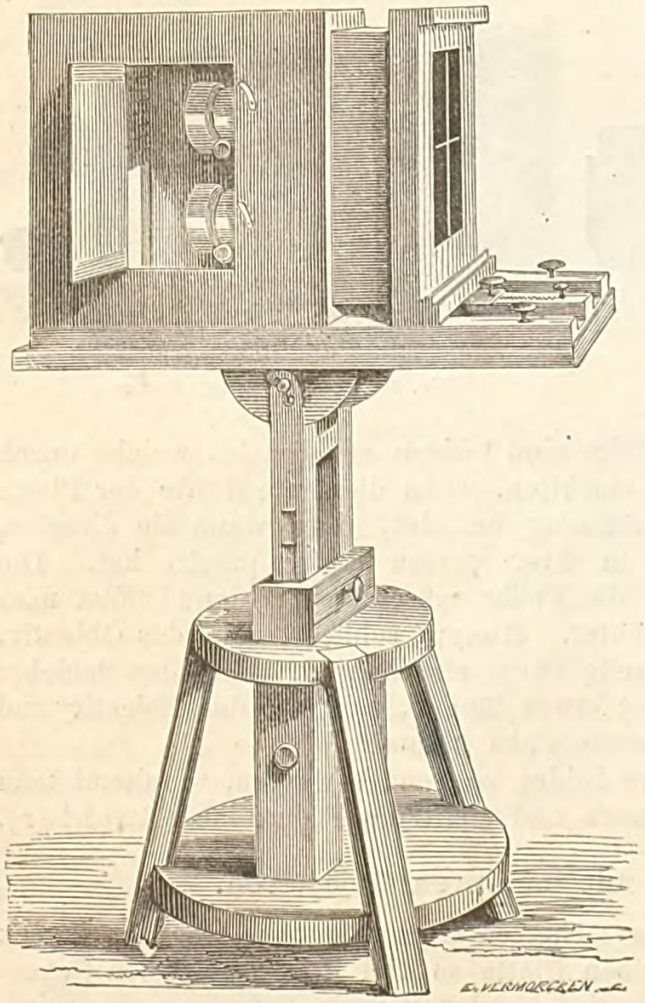


Fig. 342. Hermagi's Visitkarten-Multiplicator.

Der Hermagis'sche Apparat mit vier Objectiven hat folgende Einrichtung[67]):

Der grosse Visitkarten-Apparat ist in Fig 342 abgebildet, in Fig. 343 wird er von der Seite des matten Glases aus, in Fig. 344 von der Objectivseite aus, gesehen. Der Apparat besteht aus einer sehr kurzen Camera, deren hinterer Theil durch Zahn und Trieb bewegt werden kann, während der vordere Theil die vier Objective trägt. An der Seite befindet sich ein Thürchen, damit man das Einstellen der einzelnen Objective regeln könne, weil diese äusserst selten genau dieselbe Brennweite haben. Nach dem Einstellen schliesst man das Thürchen.

Der in Fig. 342 deutlich sichtbare Verschluss besteht

65) Horn's Phot. Journ. 1860. Bd. 14, S. 7; aus La lumière.
66) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. S. 39; aus Bell. Soc. franç. Phot. Bd. 6, S. 29.
67) Kreutzer's Zeitschr. f. Photog. 1860. S. 96. Journ. Lond. Phot. Soc. Bd. 6, S. 168. Monckhoven's Handbuch der Photogr. 1864.

aus einer Reihe von Brettchen, die auf Leinwand geklebt sind. Dadurch wird es möglich, die vier Objective zusammen zu öffnen; freilich liegt hierin auch wieder ein Hauptfehler dieser Art von Verschluss, indem dabei stets die untern Objective längere Zeit geöffnet bleiben als die obern. Denn wenn der Verschluss vollständig niedergelassen ist, muss man ihn langsam in die Höhe bringen, damit nicht durch Erschüttern der Camera verschwommene Bilder entstehen; das Niederlassen muss dagegen möglichst rasch geschehen.

Diese längere Exposition der untern Objective ist bei lichtschwachen Linsen wenig merklich, dagegen tritt sie bei den sogen. Schnellarbeitern deutlich hervor. Deshalb ist es zweckmässiger einen Federverschluss anzuwenden, wodurch die zwei oder vier Objective des Apparates momentan geöffnet werden.

Rathsam dürfte es ferner sein, den Verschluss hinter den Objectiven und nicht davor anzubringen. Zumal wenn man Kinder aufnimmt, wird das Oeffnen des vorn befindlichen Verschlusses recht störend, indem es sie erschreckt und gerade in dem Augenblicke unruhig macht, wo sie am ruhigsten sein sollten.

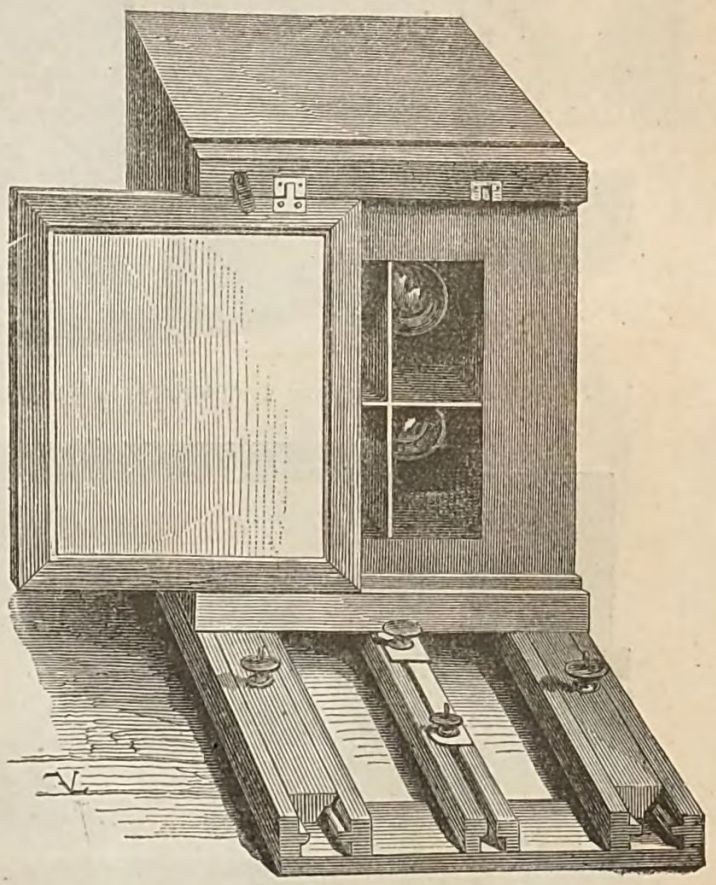


Fig. 343.
Einrichtung des matten Glases beim Visitkarten-Multiplicator.

Das matte Glas der Visitkarten-Camera (Fig. 343) hat in seinem obern Theile einen Schnäpper, der es in einer bestimmten Stellung festhält. Dasselbe ist bei der gewöhnlichen Cassette für 4 Bilder der Fall, — statt dessen man auch die in Fig. 345 abgebildete Doppelcassette verwenden kann.

In RS sieht man das Thürchen mit den Druckfedern ii, in E und F die beiden Einschiebbrettchen; die beiden Messingschnäpper des oberen Theiles sind durch das Thürchen RS verdeckt.

Nach dem Einstellen wird die Cassette in den Falz der Camera geschoben und das linke Einschiebbrettchen E ausgezogen. Wenn die Aufnahme gemacht ist, schliesst man E und schiebt die Cassette seitwärts, bis sie wieder an der zweiten Feder der Camera einschnappt. Die beiden Schnäpper sind in Fig. 346 deutlich sichtbar. Sobald die Cassette eine feste Stellung einnimmt, öffnet man F und macht die zweite Aufnahme.

Mit dieser Cassette erhält man acht Bilder auf einem einzigen Glase (Fig. 346), vier bei der ersten und vier bei der zweiten Aufnahme.

Mit der Cassette für vier Bilder kann man sehr wohl auch getrennte Aufnahmen, von je zwei Bildern, machen. Da dann das Brettchen E nur

zur Hälfte ausgezogen werden darf, muss man gerade in der Mitte desselben mit einer Stahlspitze ein Zeichen machen.

Mit der Doppelcassette in Fig. 346a lassen sich auch acht Bilder in vier verschiedenen Stellungen aufnehmen.

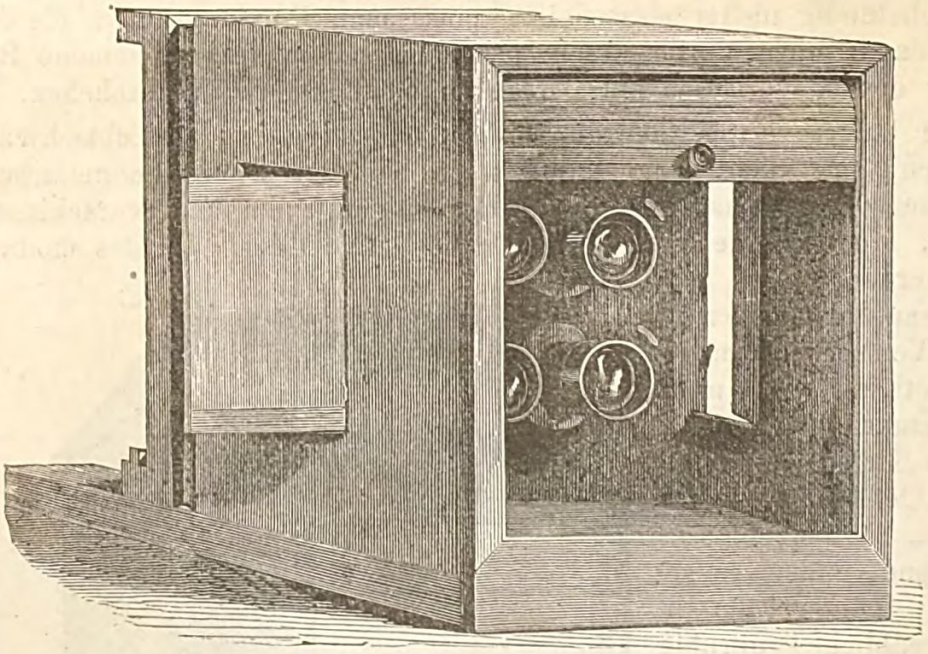


Fig. 344. Stellung der Objective im Visitkarten-Multiplicator.

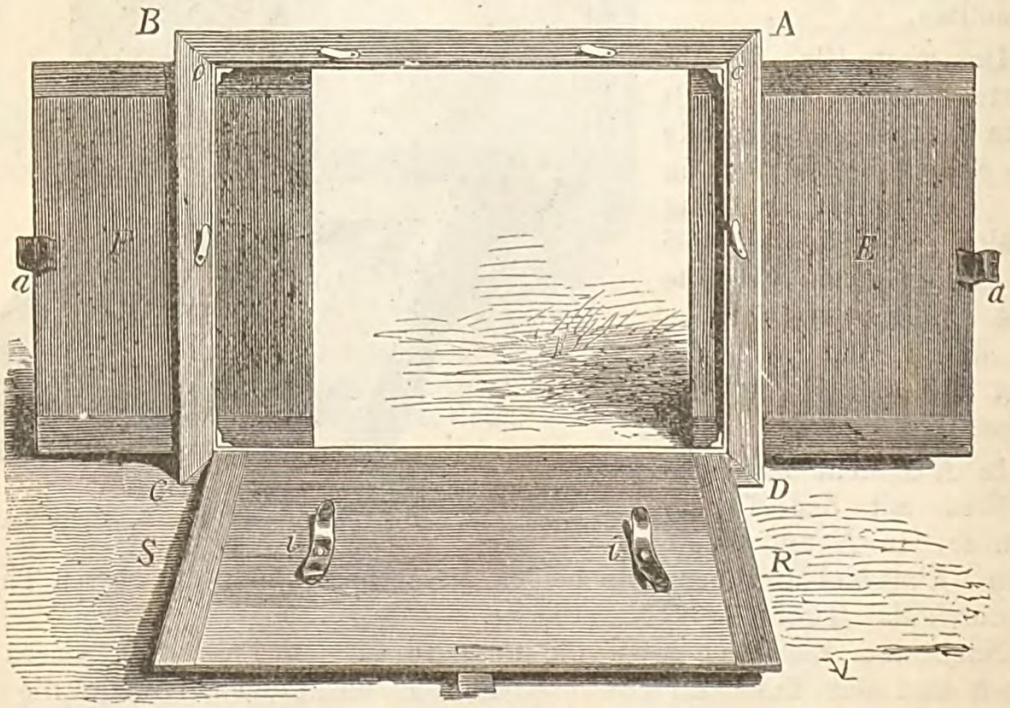


Fig. 345. Doppelcassette des Visitkarten-Multiplicators.

Gewöhnlich braucht man für Visitenkarten den Apparat mit 4 Objectiven und eine Cassette für 8 Bilder. Da es aber immer mehr Sitte wird, die theuren sogen. Schnellarbeiter vorzuziehen, bedienen sich viele Photographen nur zweier Objective und selbst eines einzigen, um 4 Bilder auf einer Platte zu machen.

Wir wollen zur Beschreibung des Visitkarten-Apparates mit zwei Objectiven übergehen.

Fig. 346 b zeigt den vollständigen Apparat, der gewöhnlich aus polirtem und gefirnisstem Mahagoniholz besteht und an den Ecken mit Messingbeschlag versehen ist.

Der Apparat besteht aus mehreren Theilen:

1. Aus zwei Objectiven.

Es sind Doppelobjective von fast drei Zoll Oeffnung und sehr kurzer Brennweite, mit denen sich also äusserst rasch arbeiten lässt. Sie sind an einem Brette befestigt, welches nach zwei Richtungen beweglich ist: einmal von rechts nach links und zweitens von unten nach oben und umgekehrt. Aber diese doppelte Bewegbarkeit ist nicht unumgänglich nothwendig, man kann sich, wie in unserm Bilde, mit der ersten begnügen.

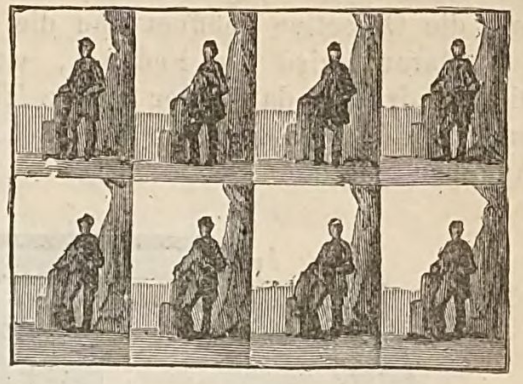


Fig. 346 a.

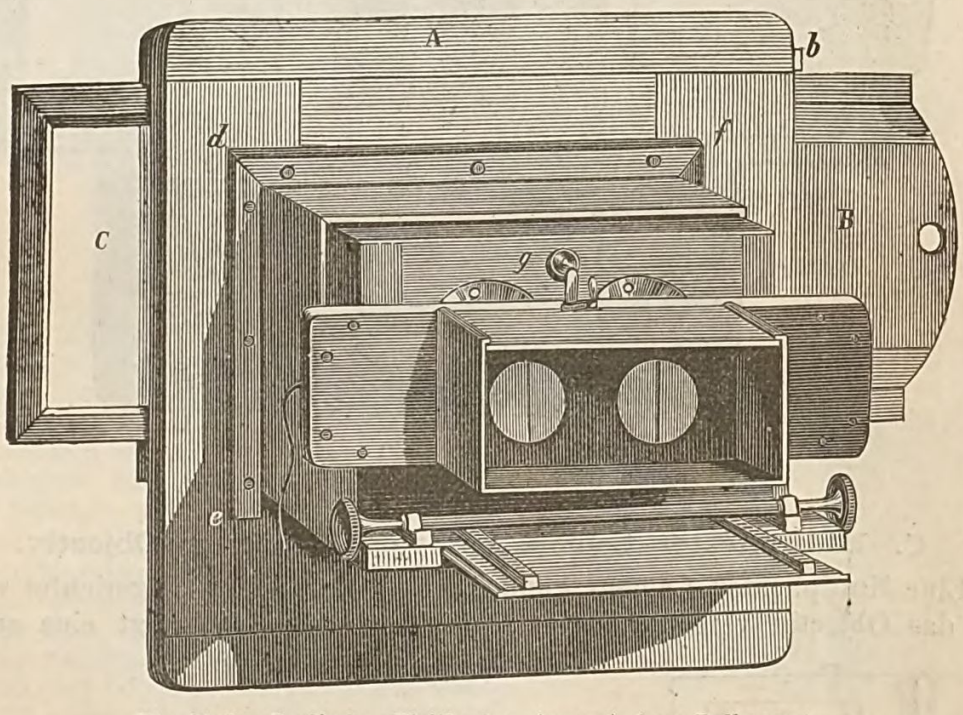


Fig. 346 b. Englischer Visitkarten-Apparat (von Dallmeyer).

2. Aus der eigentlichen Camera obscura.

Sie hat einen doppelten Auszug und ist nach dem Princip von Fig. 354 eingerichtet. Der Vortheil dieses Systems besteht in der feststehenden Glastafel und der ausserordentlich leichten Einstellung. Da der Kopf unbeweglich bleibt, ist das Beobachten des matten Glases viel bequemer auszuführen und die allerkleinsten Bewegungen werden ohne Mühe durch Drehen der Micrometerschraube ausgeführt.

3. Aus dem beweglichen Rahmen.

Dies ist ein grosses Stück Holz *A*, an welchem sich Leisten, *de* und *dp*, befinden, durch welche es mit der Camera verbunden ist. Fig. 347 zeigt diesen Theil *A* von der hintern Seite. Er hat zwei Falze *NJ*, *OK*, worin

ein zweites Stück Holz, *cpeo*, verschiebbar ist, welches die matte Glastafel und die Cassette trägt.

Aus Fig. 347 erhellt die Handhabung des Apparates.

Nach dem Einstellen wird das matte Glas nach *C* geschoben, wo der Schnäpper am obern Theile es in den Falzen *NO*, *pe* festhält. Dann wird die Cassette *B* vorgeschoben, bis der Schnäpper *b* die Feder *a* berührt, nun die Objective geöffnet nnd die Aufnahme gemacht.

Darauf wird die Feder *h*, welche den ganzen obern Theil festhält, niedergedrückt, damit der untere Theil der empfindlichen Platte die beiden andern Bilder aufnehmen kann. Alles Uebrige stimmt mit den früheren Angaben überein.

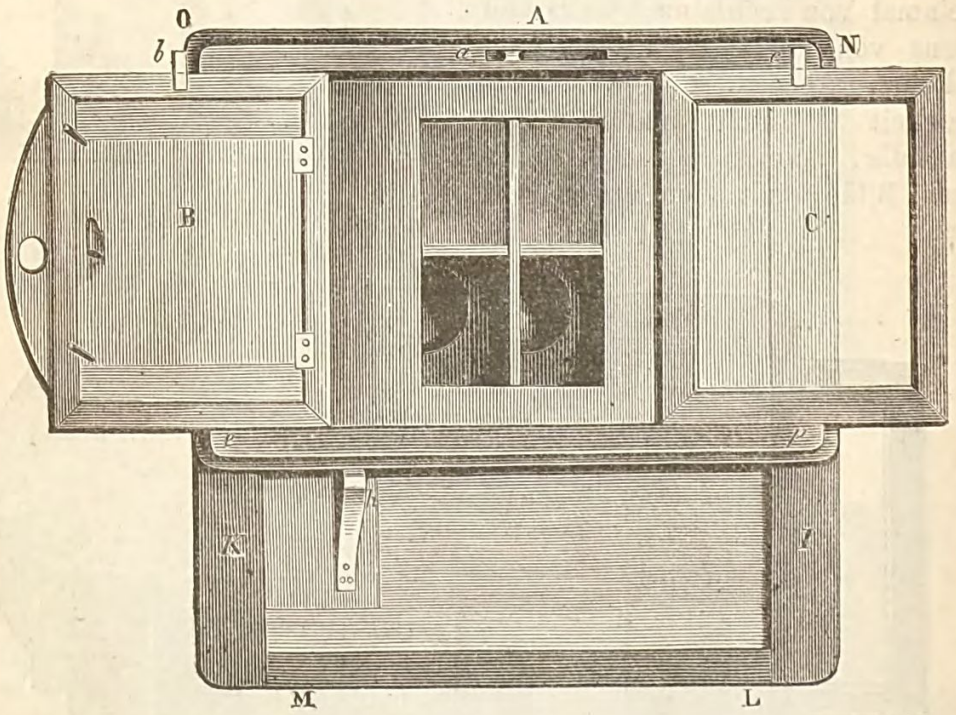


Fig. 347. Einschieberahmen der Visitkarten-Camera.

C. Multiplicator-Camera mit verschiebbarem Objectiv.

Eine Multiplicator-Camera kann auch in der Weise eingerichtet werden, dass das Objectiv verschiebbar ist. Fig. 348 bis 349 zeigt eine amerika-

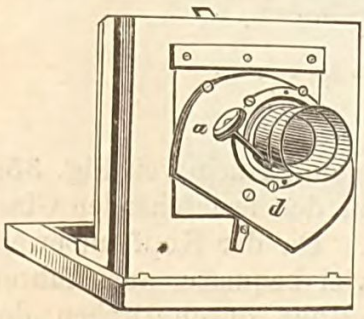


Fig. 348.

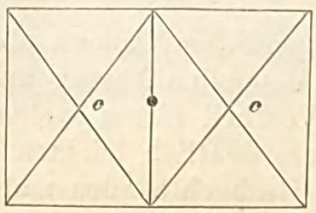


Fig. 349.

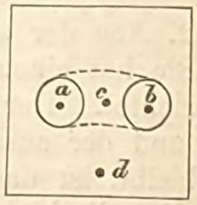


Fig. 350.

Multiplying-Camera.

nische Form einer solchen „Multiplying Camera“ [68]). Das Objectiv ist um den Punkt *d* beweglich, kann nach rechts oder links geschoben werden

68) Phot. News. 1876. S. 255.

und gibt z. B. in der Stellung *a* und *b* (Fig. 350) mit einer Stereoscop-Camera eine stereoscopische Doppelaufnahme, wie in Fig. 249 angedeutet ist.

D. Cammée-Apparat für Bilder auf weissem Grund.

Unter Camméen- oder Gemmen-Porträten versteht man Bilder im Format der Visitkarte, welche in vier schachförmig versetzten Ovalen vier verschiedene Aufnahmen eines und desselben Modells in Brustbilddarstellung enthält. Die kleinen Ovale werden in einer Stempelpresse geprägt, so dass sie ein gemmenartiges Anssehen erhalten. Sie wurden 1865 von Window und Bridge eingeführt[69]). Ihre geringe Grösse gestattet die Anwendung eines kleinen Objectives. Das Princip ist das der Multiplicatoren.

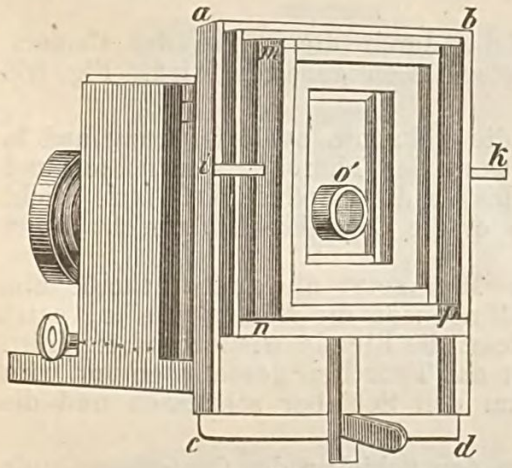


Fig. 351.

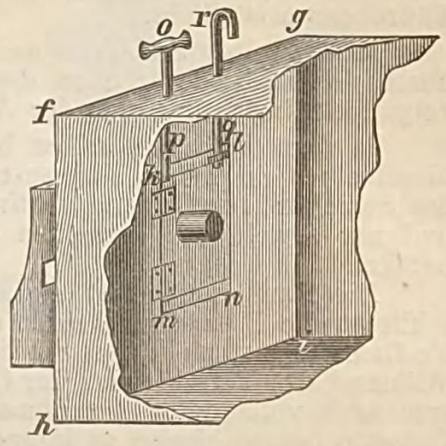


Fig. 352.

Cammée-Apparat.

Fig. 351 zeigt die Camera[70]). *abcd* ist die Bahn, auf welcher die Cassette sich zweimal horizontal und dreimal vertical verschieben lässt. Die Handhaben *ikl* an der Seite und unten dienen dazu, die Platte zu bewegen und festzuhalten. Auf der Bahn bewegt sich nämlich ein zweiter Rahmen *mnop* senkrecht, während in seinen horizontalen Falzen sich die Cassette und die Visirscheibe rechts und links verschieben lässt. Einspringende Federn markiren die richtige Stellung. Die Hinterwand ist durch eine hölzerne Einlage abgeblendet und nur eine ovale Oeffnung gelassen, welche der Grösse der Gemmenovale entspricht. Dieselbe ist behufs scharfer Abgrenzung mit einem vorspringenden Tubus *o* versehen.

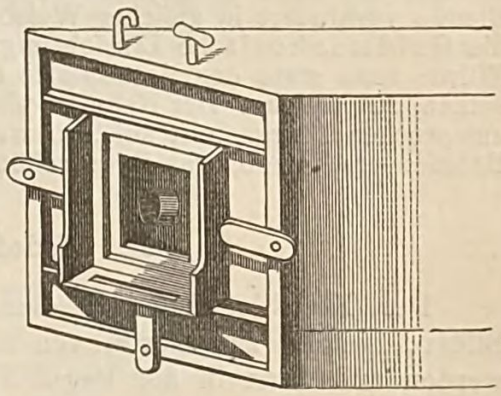


Fig. 353. Cammée-Apparat.

E. Camera für Cammée-Porträte auf schwarzem Grund.

Die vorstehend beschriebenen Camera-Einrichtungen haben den Uebelstand, dass die Bilder niemals mit scharfen Rändern auf der Visirscheibe erscheinen, und daher beim Copiren die Anwendung von Masken nöthig machen, was bekanntlich eine difficile Sache ist. Der Grund liegt darin,

69) De Roth, Neueste Fortschritte d. Photogr. 1868. S. 25.
70) Buehler, Atelier und Apparat des Photogr. 1867. S. 175.

dass vermöge der Construction der Cassette der Tubus der Blende um etwa $^1/_2$ Zoll von der empfindlichen Platte selbst absteht. W. Geldmacher schlug daher vor, die Bilder auf schwarzem Grund darzustellen, was ihnen auch häufig eine effectvollere Wirkung verleiht, und empfiehlt zu diesem Zwecke folgende Einrichtung, durch welche die Bilder hell auf schwarzem Grunde und mit vollkommen scharfem Rande erscheinen sollen.

Fig. 352 zeigt uns die einfache Vorrichtung von der Innenseite der Camera gesehen.

In der Mitte des Brettes *fghi* befindet sich ein grösserer quadratischer Ausschnitt, welcher durch ein mittelst Scharnieren an das Brett befestigtes Thürchen *klmn* geschlossen ist. Um dieses Thürchen von aussen öffnen zu können, geht ein Stäbchen *op* durch die Decke der Camera, dessen unteres Ende an der Scharnierseite des Thürchens befestigt und dessen oberes Ende mit einer Krücke versehen ist, welche mit Daumen und Zeigefinger gedreht, das Oeffnen und Schliessen des Thürchens ermöglicht.

Ein zweites Stäbchen *qr* geht gleichfalls durch die Decke der Camera, durch dessen Niederdrücken das Thürchen geschlossen gehalten wird. Fig. 353 zeigt die Einrichtung von der Aussenseite.

In dem Thürchen selbst befindet sich die bekannte ovale Oeffnung und in dieselbe ist ein Tubus eingesetzt, welcher, wenn das Thürchen geschlossen und der Schieber der Camera geöffnet ist, fast bis an die empfindliche Platte reicht und nur soweit von derselben absteht, dass er die Collodionschicht nicht direct berührt.

Die Manipulation ist einfach folgende: Man setzt die matte Scheibe ein, schliesst die Blende und stellt ein. Darauf öffnet man die Blende wieder, setzt die Cassette ein, zieht den Schieber auf, schliesst die Blende wieder und exponirt. Während des Verschiebens der Cassette bleibt das Thürchen geschlossen und wird erst nach vollendeter Aufnahme geöffnet, um den Schieber schliessen und die Cassette herausnehmen zu können.

Buehler schlug vor, dass man zwischen den Schieber der Cassette und die empfindliche Platte eine vollkommen ebene lackirte Messingplatte in die Cassette einlegt, in welche die ovalen Oeffnungen für die Gemmen geschnitten sind. Diese Blende verhindert in gleicher Weise die Bestrahlung ausserhalb der Ränder, wie die Geldmacher'sche Einrichtung, der Grund des Bildes bleibt dagegen weiss. Würde man statt der Metallplatte eine Spiegelplatte vor die empfindliche Platte setzen, auf welcher vier Rahmen photographisch und der Anordnung der Gemmen entsprechend dargestellt sind, so werden ohne Zweifel die vier Bilder in solchen Rahmen erscheinen, was ihren schönen Effect wesentlich erhöht.

F. Medaillon-Apparate.[71])

Der Medaillon-Apparat dient zur Erzeugung jener niedlichen kleinen Bilder, welche zur Zierde von Briefbogen oder andern Dingen verwendet werden und führt in der Regel 9 bis 12 Objective von etwa 10‴ Oeffnung und 1 bis 2″ Brennweite. Ganz ähnlich sind die Apparate zur Ferrotypie eingerichtet.

Die Camera Fig. 354 des Busch'schen Apparates besteht aus einer feststehenden Bahn *AA*, in welcher die Cassette horizontal verschiebbar ist, und aus einem hölzernen mit einer Klappe verschliessbaren Kasten *bb*. Letzterer enthält die Objective, welche in drei Reihen über einander geordnet sind. Die kurze Brennweite der hierbei verwendeten Linsen und die Uebereinstimmung, welche unter einer so grossen Anzahl von Objectiven bei Anwendung eines hölzernen Fassungsträgers nicht wohl zu erhalten wäre, macht es nöthg, sämmtliche Objective auf einer starken Messingplatte auf-

71) Buehler, Atelier und Apparat des Photographen. 1867. S. 177.

zuschrauben. Aus demselben Grunde müssen auch, was wir hier erwähnen wollen, die Aufnahmen dieser Bilder auf Spiegelglas gemacht werden.

Fig. 355 zeigt den Apparat von der Seite mit geöffneter Klappe, aufgeschlagener Visirscheibe und eingeschobener Cassette. Letztere ist horizontal verschiebbar, so dass auf einer Platte 18 Bilder erzeugt werden können. Eine bei der Verschiebung einspringende Feder bestimmt die Stellung der Cassette.

Fig. 356 zeigt die Cassettenbahn und in derselben die Fächereintheilung des Camera-Innern, Fig. 357 die Bildgrösse.

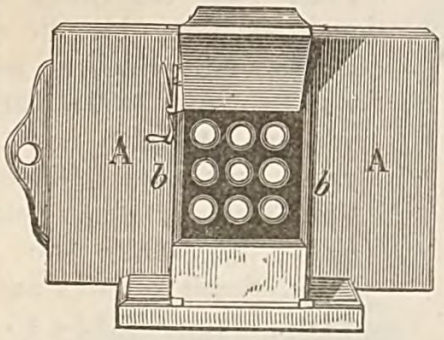


Fig. 354.

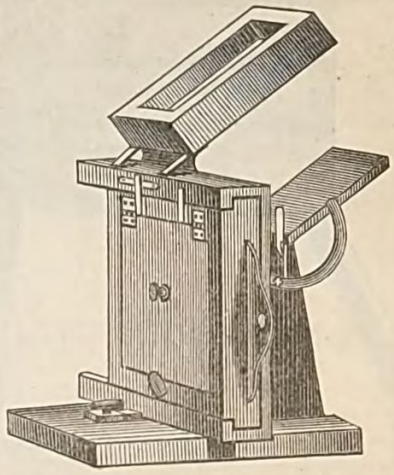


Fig. 355.

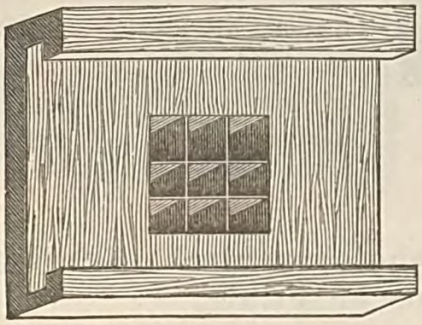


Fig. 356.

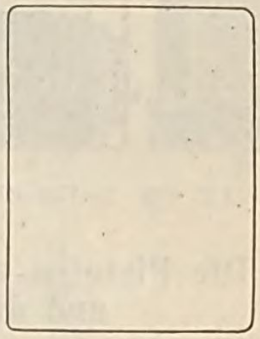


Fig. 357.

Medaillon-Apparat.

G. Der Polyconograph.

Der Policonograph von J. Dubosq ist darauf berechnet, den Photographen in den Stand zu setzen, eine grosse Zahl von Bildern auf einer einzigen Platte während einer Reise zu erhalten; demzufolge hat er diesen Apparat „Reise-Polyconograph“ genannt. Der Apparat besteht aus der Camera, dem Dreifuss und der Cassette (Fig. 358). Das Objectiv LL ist in Gestalt eines Telescopes. An der Basis befindet sich ein mattes Glas. P ist eine grosse Camera; bei Fig. 358 befindet sich eine Reihe von 5 doppelten Cassetten, deren Schieber sich in entgegengesetzter Richtung bewegen. In einer Reihe können drei Partien blossgelegt werden; somit sind auf der ganzen Platte 15 Aufnahmen möglich. Wenn das Objectiv auf der matten Scheibe des Telescopes eingestellt ist, so ist es auch auf der empfindlichen Platte. Der Photograph wählt mittelst des Telescopes die Land-

schaft, stellt ein, nimmt das Objectiv herab, befestigt es an der ersten Reihe, dreht den Schieber auf und macht eine Aufnahme etc.[72]).

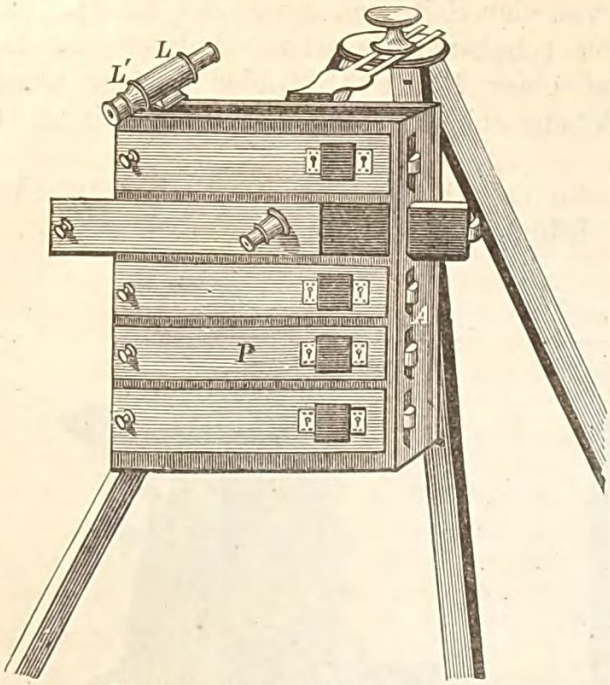


Fig. 358. Dubosq's Policonograph.

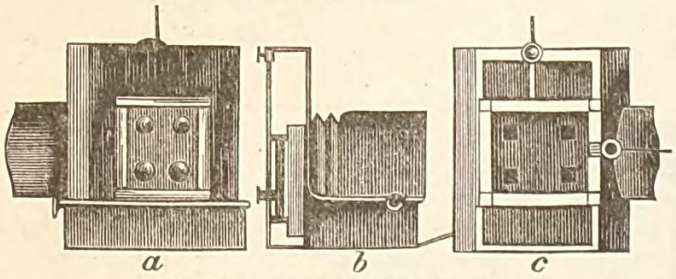


Fig. 359. Southworth's Apparat.

Southworth in Boston liess sich 1855 einen Apparat patentiren, der nicht weniger als 50000 Photographien in der Stunde liefern sollte. Der Apparat (Fig. 359a, b und c) hatte 4 kleine Objective, welche kleine Bildchen von $^1/_4$ Quadratzoll gaben. Nach jeder Exposition rückte die Platte um ein Stück weiter und so fort, bis die ganze Platte mit Bildern bedeckt war[73]). Fig. 359a zeigt die vordere Ansicht des Apparates mit den Objectiven; Fig. 359 ist eine Seitenansicht; Fig. 359c die Rückseite. Somit konnten auf einer Platte von 12×15 Zoll 616 Negative erhalten werden. Southworth rechnete, dass er von 10 Platten 6160 Negative erhalte und in einer Stunde mehr als 50 000 Bilder abziehen könne.

IX. Die Pistolen-Camera, der photographische Revolver und die photographische Flinte.

A. Die Pistolen-Camera.

Th. Skaife erfand 1860 eine sehr kleine Camera für Moment-Aufnahmen, welche „Pistolen-Camera“ oder „Pistolgraph“ genannt wurde. Das ganze Instrument war aus Messing hergestellt, war nur 3 Zoll lang und $1^1/_2$ Zoll breit. Es konnte während der Exposition wie eine Taschenpistole in der Hand gehalten und losgedrückt werden. Die Fig. 360 ist halbe Grösse des Originals und Fig. 361 bis 364 sind wirkliche Grösse[74]).

Das Pistolgraph Fig. 360 wird aus drei Theilen zusammengeschraubt, nämlich *a* der Vorder-, *b* der Mittel- und *c* der Rückentheil.

Der Vordertheil enthält die zusammenlegbaren Federthürchen, welche gegen den Buchstaben *a* sehen, an seiner Oberseite befindet sich der Drücker *d*. Die

72) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 159; aus Bull. Soc. franç. Bd. 7, S. 201.

73) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 139; aus Seely Americ. Journ. Bd. 4, S. 88.

74) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 44; nach Skaife, Instontaneous Photography and manipulation of the Pistolgraph. Greenwich. 1860.

Federthürchen bedecken die Oeffnung der Linse an der Vorderseite und werden mittelst eines Bandes oder einer Schnur von Kautschukfäden geschlossen, das über die Köpfe zweier Nadeln gezogen ist, die vorn an den Flügeln der beiden Thürchen hervorstehen.

Deckel des Vordertheils. Fig. 361. Derselbe ist an den eigentlichen Vordertheil mittelst zweier Schrauben *aa* befestigt und trägt zwei Stahlnadelleitungen *bb*, auf welchen der Schieber *c* gleitet, ein Stück Metall, das vier Löcher

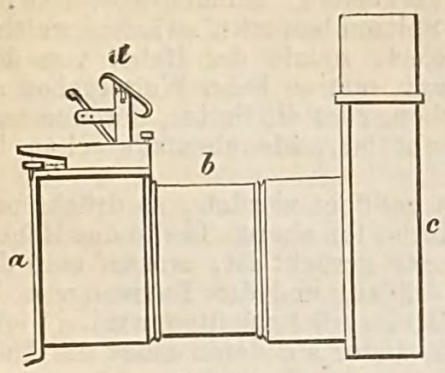


Fig. 360.

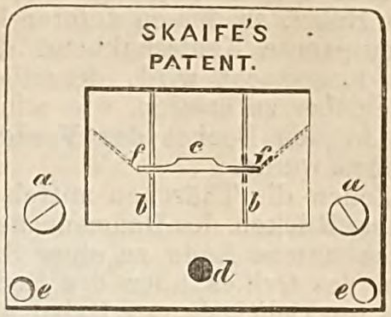


Fig. 361.

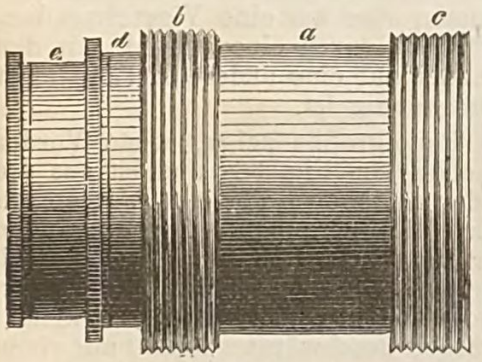
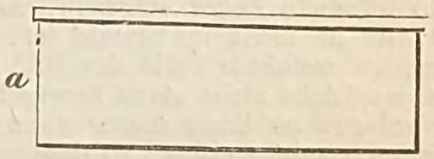
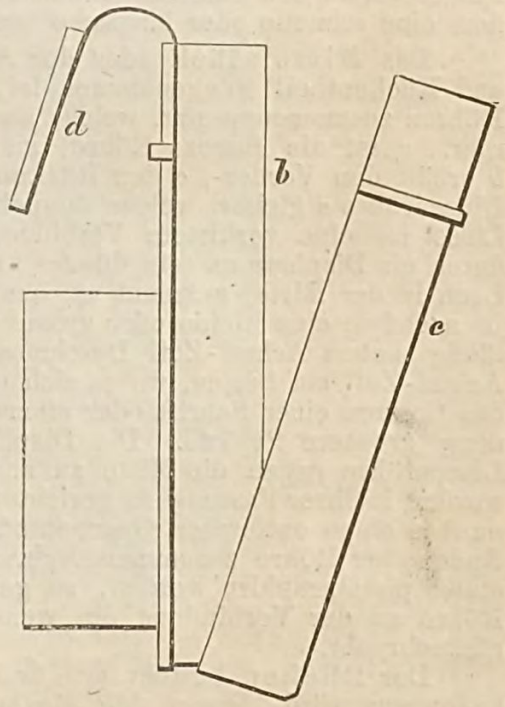


Fig. 362.





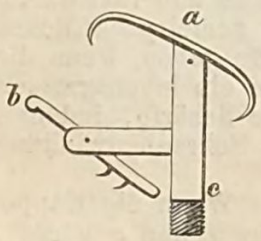


Fig. 363.

Fig. 364.

Skaife's Pistolen-Camera.

hat, durch deren zwei die Nadeln gehen. An die andern zwei Löcher *ff*, welche durch die zwei Enden des Schiebers gehen, werden zwei Stücke von feiner aber starker Angelschnur befestigt, welche, indem sie über dieselben vorderen Nadelköpfe gezogen werden, über welche die Kautschukschnüre gehen, die Thürchen mit dem Schieber verbinden.

Die richtige Stellung des Schiebers, wenn die Thürchen geschlossen sind, ist beiläufig auf der Mitte der Leitnadeln, sie gestattet, dass der Schieber mit dem

Finger statt mit dem Drücker berührt werden kann, wenn nämlich der zu pistolgraphirende Gegenstand nicht hinlänglich beleuchtet ist, um die schnelle Wirkung des letzteren zuzulassen. *d* ist die Dille, in welche das untere Ende des Drückers geschraubt wird, *ee* sind zwei Knöpfe, über welche das Kautschukband gespannt wird, und welches seiner Stärke gemäss dazu dient, den Drücker so auf den Schieber stossen zu lassen, dass dadurch eine rasche Oeffnung der Thürchen verursacht wird.

Der Drücker, Fig. 363, besteht aus drei Theilen, nämlich *a* dem Griffe, *b* dem Hebel, an dessen unteren Ende man zwei Spitzen bemerkt, zwischen welchen das gespannte Kautschukband durchgeht, welches, sobald der Hebel von dem Griffe losgemacht wird, denselben zurück drängt, um so beim Weitergehen auf den Schieber zu stossen, wie schon oben angegeben, *c* ist die Stütze, deren unteres Ende in den Deckel des Vordertheils geschraubt ist, wie ebenfalls schon beschrieben wurde.

Sollen die Thürchen mittelst des Drückers geöffnet werden, so drückt man mit dem Rücken des Daumennagels gegen die Kerbe im oberen Theile des Hebels, bis das untere Ende zu einer Stellung nach vorne gerückt ist, worauf man den Haken des Griffes über das Ende des Hebels drückt, und den Daumen von der Kerbe wegzieht, da der Hebel nun durch den Griff zurückgehalten wird. Vieles hängt nun von der Beschaffenheit der Kautschukbänder ab, deren eines die Thürchen öffnet, während das andere sie schliesst.

Wenn beide Federn kräftig sind, wird die Belichtung rasch vor sich gehen, ist die öffnende Feder schwach, so läuft man Gefahr, dass der Drücker hängen bleibt, da er nicht im Stande ist, über den Schieber an seine Stelle zurück zu kehren, in welchem Falle das Bild bei starkem Lichte meistens verdorben wird. Wenn das Licht nicht stark genug ist, um eine Belichtung mittelst des Drückers zu erfordern, so kann dieser ganz weggenommen oder um eine Viertelwendung zurückgeschraubt werden, so dass man die Thürchen durch einen Druck mit dem Finger gegen den Schieber öffnen kann, rasch oder auf eine andere Art, je nachdem eine schnelle oder langsame Belichtung nothwendig ist.

Das Mittelstück oder der Körper des Pistolgraphs zeigt, wenn Vorder- und Rückentheil weggenommen ist, das Aussehen von Fig. 362 und ist aus drei Röhren zusammengesetzt, welche sich in einander schieben, wie ein Taschenfernrohr. *a* ist die äussere Röhre, an welcher sich die Schrauben *b* und *c* befinden, *b* erhält den Vorder-, *c* den Rückentheil, *d* ist die mittlere Röhre, in welcher die Linsenröhre *e* gleitet, welche doppelte achromatische Linsen enthält. Die vordere Linse ist eine verkittete Verbindung, die von der unverkitteten rückwärtigen durch ein Diaphragma (ein dünnes kreisrundes Stück geschwärztes Metall mit einem Loch in der Mitte) getrennt ist, das nach Belieben herausgenommen werden kann, je nachdem eine kleine oder grosse Oeffnung erforderlich ist. Da die Linsen beiläufig sieben Achtel-Zoll Durchmesser haben, so wirkt eine Oeffnung von fünf Achtel-Zoll am besten, wo es sich um bewegliche Gegenstände handelt, wird aber das Copiren einer Schrift oder eines Druckes versucht, so gibt eine kleinere Oeffnung grössere Schärfe. Die Diaphragmen werden an dem Schraubenende der Linsenröhre gegen die Mitte zu angebracht. Die vordere und rückwärtige Linse werden in ihrer Fassung so gerichtet, dass sie in ihrem gemeinschaftlichen Brennpunkte einen entfernten Gegenstand mit grösster Schärfe geben, wenn die beiden Enden der Röhre zusammengeschraubt sind; soll aber ein lebensgrosser Gegenstand pistolgraphirt werden, so gewinnt man grössere Schärfe, indem man die Röhre an der Verbindung ein wenig (eine oder zwei Schraubenwindungen) zurückschraubt.

Der Rücken besteht aus drei Theilen, Fig. 364. Wenn die Kappe *a* weggenommen wird, lassen sich die andern beiden Theile *b* und *c* leicht trennen, indem man den Daumen in die Oeffnung bringt, welche durch die Entfernung der Kappe *a* an der Spitze blosgelegt wird. *b* ist der Plattenhalter, der mit einem Lederlappen versehen ist, welcher die becollodete Platte in der richtigen Stellung zu erhalten hat, nicht nur bis die Kappe *a* über *b* und *c* gezogen werden kann, sondern auch während der Belichtung der Platte.

Das Photopistolgraphiren eines Gegenstandes. Dies kann auf dreierlei Art geschehen:

1. Indem man mit der einen Hand das Pistolgraph mit seinem Rücken gegen einen Kasten oder andern feststehenden Körper hält, während man mit einem Finger der andern Hand den Schieber zurückzieht. Wenn der Gegenstand ent-

fernt und gut beleuchtet ist, muss diese Bewegung schnell gemacht werden, weil sonst das entstehende Bild durch Ueberbelichtung verdorben wird; ist hingegen der Gegenstand nahe oder schwach beleuchtet, so muss die Bewegung verhältnissmässig langsam sein, damit das Bild nicht zu wenig belichtet werde.

2. Wenn man den Schieber mit der Fingerspitze nicht schnell genug rücken kann, so muss man den Drücker, Fig. 360, zu Hilfe nehmen, welcher, wenn auf den Deckel des Vordertheils bei *d* Fig. 362 geschraubt, seinen Hebel *b* Fig. 363 mit den vorstehenden Nadeln gegenüber dem Schuber *c* Fig. 361 zeigen soll. Vor dem unteren Theile des Hebels muss das öffnende elastische Band gespannt werden, und zwar so stark, dass es die Schalter so schnell öffnet als nothwendig ist; die Enden des elastischen Bandes *e e* Fig. 361 gezogen. Das Loslassen des Drückers geschieht wie oben beschrieben.

3. Wenn die ununterstützte Hand des Pistolgraphisten nicht ruhig genug ist, so bedient man sich eines Dreifusses, in dessen Deckel ein Halter mit Kugelgewinde geschraubt wird.

Man wird die Gebrauchsart des Kugelgewindes leicht begreifen, mittelst dessen das Pistolograph auf- oder abwärts geneigt, oder gegen jeden Punkt eines Kreises n einem Augenblicke gerichtet werden kann.

Um das Bild eines Gegenstandes sicher im Mittelpunkte der Platte zu haben, sieht man längs der Querlinie, welche über der Mitte der Kappe gezogen ist, wenn letztere sich an ihrer Stelle auf dem Rückentheile befindet. So wie die Linie auf einen Gegenstand während der Belichtung hinweist, so wird das Bild jenes Gegenstandes in dem entwickelten Pistolgramme dort liegen, wo es früher auf dem matten Glase während des Einstellens bemerkt wurde.

Das Einstellen geschieht auf folgende Weise: Man stellt das Pistolgraph, ohne die vorderen Thürchen und die rückwärtige Wand, in die Hülse auf dem Kugelgewinde, das auf einem Dreifuss oder andern entsprechenden Ständer befestigt ist. Dann nimmt man ein Stück feines mattes Glas, von der Grösse der Bildplatte und legt es in den Rückentheil, mit der matten Seite auf den Glasstreifen, der über den oberen Theil der Innenseite des Rückens gekittet ist, nachdem man den Lederstreif *d* Fig. 364 nach Aussen gedreht hat; hierauf legt man den Lederstreif wieder so zurück, dass er das geschliffene Glas fest an das aufgekittete Glas drückt, genau in der Stellung, welche die empfindliche Platte einzunehmen hat. Nun setzt man die Kappe wieder auf und drückt sie nieder, sollte sie nicht eng genug schliessen; um ihre gewöhnliche rechtwinklige Stellung mit dem Rücken zu erhalten, wenn der rückwärtige Deckel fort ist, so gibt man eine Stütze in Gestalt eines Keiles von Holz. Dann richtet man das Pistolgraph gegen den Gegenstand, der einzustellen ist, wobei man sorgfältig längs der mittleren Querlinie der Kappe hinsieht, während die Schraube des Kugelgewindes angezogen wird. Wenn man bemerkt, dass der Gegenstand im Mittelpunkte des matten Glases ist, und seine bezügliche Lage mittelst der Querlinie beobachtet, so schiebt man sorgfältig die Linsenröhre wie ein Fernrohr vorwärts oder rückwärts, je nachdem der betreffende Gegenstand nahe oder entfernt ist. Wenn man auf diese Art eine hinreichend genaue Richtung nicht erzielen kann, so muss die im Rückentheile befindliche Schrauben-Vorrichtung zu Hilfe genommen werden, eine ganze Umdrehung derselben gibt eine Aenderung um einen Dreissigstelzoll, während der hundertste Theil der Umdrehung einen Dreitausendstelzoll gibt.

Soll das geforderte Pistolgramm eine vergrösserte Abbildung geben, so ist beim Einstellen ein Ocular von hinreichender Stärke, mittelst dessen man auf dem matten Glase alle Details sehen kann, welche in der Abbildung enthalten sein sollen, von beträchtlichem Vortheile. Wenn man auf dem matten Glase die gewünschte Schärfe erreicht hat, so wird das vordere Thürchen sorgfältig wieder geschlossen und das matte Glas mit einer empfindlichen Platte vertauscht, das Verfahren hierbei ist schon früher beschrieben worden.

B. Der photographische Revolver.

Thomson erfand 1862 einen „photographischen Revolver“, welcher darin bestand, dass man zuerst einstellte, dann mittelst einer Art Fallapparat eine Momentaufnahme machte; nach der ersten Aufnahme konnte die Cassette gedreht und allmählig vier Medaillons auf derselben Platte erzeugt werden[75]).

75) Horn's Phot. Journal. 1862. Bd. 18, S. 59.

Einen ähnlichen Apparat hatte übrigens W. Campbell schon angegeben. Am Hintertheil der Camera war eine drehbare Scheibe mit der empfindlichen Platte angebracht, von welcher durch Drehung stets andere Theile zur Belichtung gebracht werden konnten[76]).

In neuerer Zeit construirte Enjalbert einen photographischen Revolver mit 12 Platten von 2 cm Länge und Breite[77]).

C. Die photographische Flinte.

Zwanzig Jahre nach Skaife und Thomson construirte der französische Academiker Marey seine „photographische Flinte“.

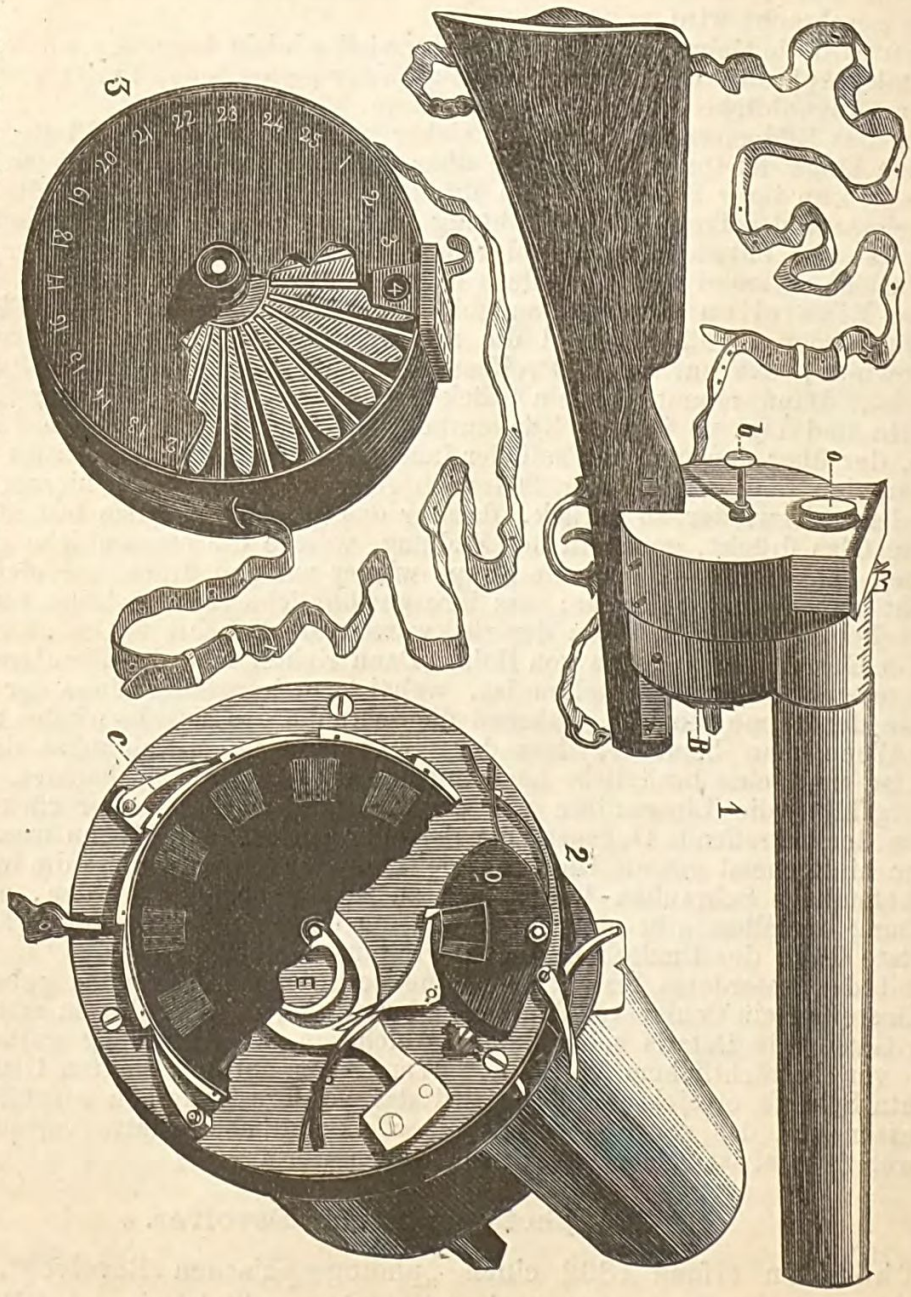


Fig. 365. Mechanismus der photographischen Flinte. 1. Ansicht des gesammten Apparates. 2. Ansicht des Verschlusses und der mit fensterartigen Oeffnungen versehenen Scheibe. 3. Runder Wechselkasten für 25 Platten.

Der Apparat hat im Allgemeinen die Gestalt und Grösse eines gewöhnlichen Jagdgewehres und ermöglicht, einen Gegenstand, auf den man ihn einstellt, zwölf-

76) Seely Amer. Journ. Bd. 2, S. 311. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. S. 48.
77) Moniteur de la Phot. 1882. S. 125. Phot. Wochenbl. 1882. S. 294.

mal in der Secunde aufzunehmen, indem jedes Bild als Expositionszeit nur $^1/_{720}$ Secunde erfordert. Der Lauf der Flinte ist ein Rohr, in dem sich ein photographisches Objectiv befindet. Am rückwärtigen Theil ist mit dem Kolben ein cylindrisches Bodenstück fest verbunden, in dem ein Uhrwerk sich befindet. Wenn man den Drücker der Flinte niederdrückt, so wird das Uhrwerk in Bewegung gesetzt und überträgt auf die einzelnen Theile des Instrumentes die erforderliche Bewegung. Eine Centralaxe, welche zwölf Umdrehungen in der Secunde macht, setzt die anderen Theile des Apparates in Bewegung. Hierzu gehört zuvörderst eine undurchsichtige Scheibe, welche mit einer schmalen fensterartigen Oeffnung versehen ist. Die Scheibe bildet den Verschluss und lässt das Licht, welches durch das Objectiv gegangen ist, nur zwölfmal in der Secunde, und jedesmal nur durch $^1/_{720}$ Secunde in den weiteren Theil des Apparates eindringen. Hinter dieser Scheibe befindet sich eine zweite, welche frei um dieselbe Axe rotirt und mit zwölf fensterartigen Oeffnungen versehen ist. Hinter dieser zweiten Scheibe wird eine lichtempfindliche Platte eingesetzt, die entweder rund oder achteckig ist. Die mit zwölf fensterartigen Oeffnungen versehene Scheibe muss in eine intermittirende Bewegung versetzt werden, so dass sie zwölfmal in

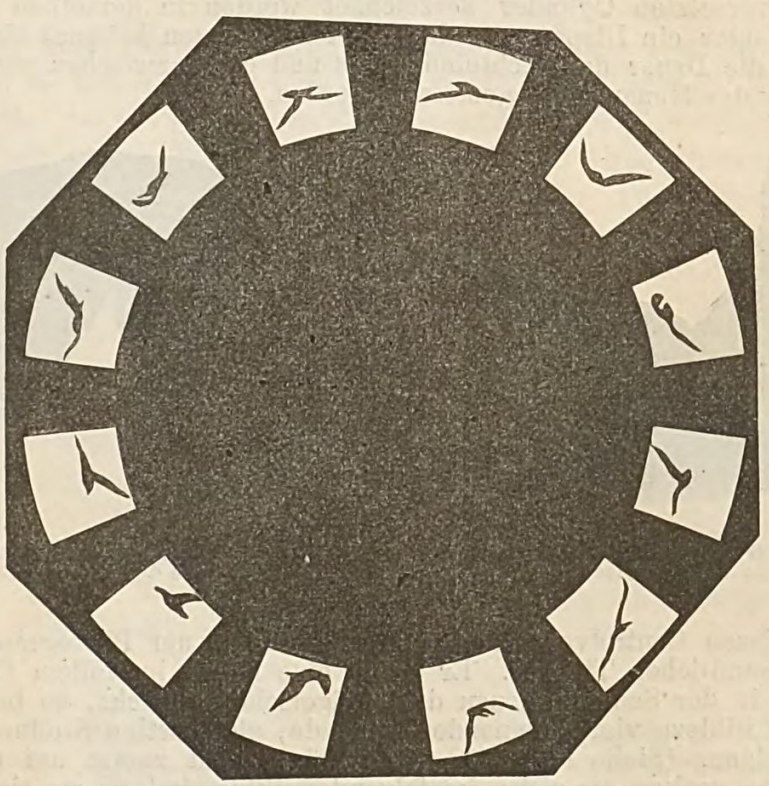


Fig. 366. Photographie einer Möwe während des Fluges mit der photographischen Flinte.

der Secunde stehen bleibt und einen Bündel von Lichtstrahlen in den Apparat eindringen lässt. Diese ruckweise Bewegung wird durch eine auf der Centralaxe angebrachte Excentric *E* hervorgebracht, die eine hin- und hergehende Bewegung der Axe eines Sperrkegels ertheilt, welche bei jeder Oscillation einen der, auf der mit den fensterartigen Oeffnungen versehenen Scheibe angebrachten Zähne *c* weiterschiebt. Ein besonderer Verschluss verhindert das Eindringen des Lichtes, sobald zwölf Bilder hergestellt wurden. Andere Einrichtungen bezwecken, das Vordringen der empfindlichen Platte über die Stelle zu verhindern, wohin sie durch die Sperrvorrichtung geschoben wird und wo sie während des Lichteindruckes unbeweglich feststehen muss. Man stellt durch Verlängerung oder Verkürzung des flintenlaufartigen Rohres ein und controlirt die Einstellung durch eine im Bodenstück angebrachte Oeffnung *O*. Ein kreisrunder Wechselkasten, welcher ähnlich den bereits im Handel befindlichen eingerichtet ist, dient zur Unterbringung von 25 empfindlichen Platten und zur Einführung derselben in die Flinte, ohne sie der Einwirkung des Lichtes auszusetzen.

Vor Anwendung des eben beschriebenen Apparates zum eingehenden Studium des Fluges der Vögel wurden bei einer Reihe von experimentellen Versuchen be-

friedigende Resultate erhalten. So wurde z. B. ein schwarzer Pfeil an eine Centralaxe befestigt, um welche er sich dreht, indem er sich von einem durch die Sonne hell beleuchteten weissen Hintergrund abhebt. Die Drehung erfolgte so rasch, dass die Enden des Pfeiles in der Secunde einen Weg von 5 Metern zurücklegten, was sechs Umdrehungen entsprach. Der Zieler bemerkt bei der Schnelligkeit der Bewegung auf eine Entfernung von 10 Metern, indem er auf den Mittelpunkt der Scheibe einstellt, nur im Allgemeinen eine graue Färbung. Wird die empfindliche Platte entwickelt, so findet man auf derselben zwölf im Kreise vertheilte Bilder, auf deren jedem man den Pfeil mit seinen projectirten Schatten beinahe ebenso deutlich bemerkt, als ob er festgestanden wäre. Bei einem anderen Versuche wurde ein schwarzer Secundenpendel, welcher vor einem weissen, in Grade getheilten Lineal oscillirte, photographirt und zwölf Bilder der bei der vollen Oscillation aufeinander folgenden Stellungen erhalten. Um volle Sicherheit über das Mass der Expositionsdauer zu erhalten, wurde am Instrumente ein chronographischer Apparat angebracht, der in einem Kautschukballon bestand, welcher bei jeder Verschiebung einen Stoss erhielt und durch eine Luftleitung aus Kautschuk mit einem Schreibapparat in Verbindung stand, durch den die Bewegungen auf einem in Drehung versetzten Cylinder verzeichnet werden in derselben Zeit, als ein Chronograph oder ein Diapanson, dessen Schwingungen bekannt sind. In dieser Weise kann die Dauer des Lichteindruckes und die dazwischen verlaufende Zeit mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden.

Fig. 367. Vergrösserung einer Aufnahme bei Beginn der Flügelsenkung.

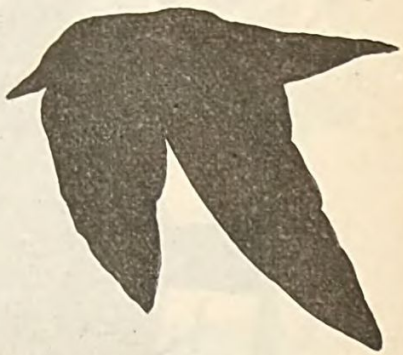


Fig. 368. Vergrösserung einer Aufnahme zu Ende der Flügelsenkung.

Nach diesen Controlversuchen schritt Marey zum Photographiren von in Bewegung befindlichen Thieren. Er nahm eine Möwe in vollem Fluge auf. Da dieser Vogel in der Secunde genau drei Flügelschläge macht, so beobachtet man an den zwölf Bildern vier aufeinander folgende, gleichartige Stellungen, die sich periodisch folgen. (Siehe Fig. 366.) Die Flügel sind zuerst auf das Maximum erhoben, dann senken sie sich; im folgenden Bilde sind sie am tiefsten gesenkt und im vierten Bilde heben sie sich wieder. Hierauf wiederholt sich eine neue und ähnliche Serie von Bewegungen u. s. w. Durch Vergrösserung dieser Abbildungen erhält man auf die Entfernung sichtbare Bilder (Fig. 367 und 368), bezüglich deren Klarheit und Präcision Marey sich noch nicht hinreichend befriedigt erklärt, indem seine Negative noch schwach körnig sind, was er seiner geringen Uebung in photographischen Operationen zuschreibt. Durch die Heliogravure erhält man nur eine schwarze Silhouette. Marey zweifelt nicht, dass man später Tonabstufungen in Bildern erhalten wird. Unter einem Microscop kann man bei schwacher Vergrösserung bereits jetzt an den mit sehr genauer Einstellung erhaltenen Abbildungen die Schwungfedern zählen und die Lagen der Federn wahrnehmen. Werden die Photographien der Vögel in einem Phenacistocop angeordnet, so werden die Flugbewegungen ziemlich gut wiedergegeben, doch ist die Zahl der Abbildungen, welche jeder Stellung der Flügel entsprechen, noch zu gering, um eine genaue Darstellung des Fluges zu vermitteln. Man kann dieses Ziel erreichen, z. B. durch Verdoppelung der Schnelligkeit in der Bewegung des empfindlichen Apparates und des Verschlussapparates. Marey hat mit seinem Apparat dies erfolgreich versucht, indem noch der Lichteindruck in der kurzen Expositionszeit von $^1/_{1400}$ Secunde zur Erzielung eines Bildes hinreichte, wiewohl das verwendete Objectiv nicht zu den rasch arbeitenden gehörte.

Janssen erwähnte 1882, dass der photographische Revolver und die photographische Flinte auf dem Principe beruhe, dass die empfindliche Platte in beliebigen Intervallen vorbeigeschoben werde, während der Exposition aber ruhig bleibe. Er stellte fest, dass auch ein anderes Princip verwendbar sei, nämlich die Platte continuirlich, auch während der Exposition, vorbeizuschieben, z. B. mit einer Geschwindigkeit von 0,15 bis 0,20 m in der Secunde. Dass es auf diese Weise möglich sei, mittelst eines Moment-Verschlusses scharfe Bilder zu bekommen, bewies er durch die Photographie der Sonnen-Granulationen.

Durch diese Anordnung wäre es möglich, gewisse Bewegungs-Phänomene in einer sehr kurzen Zeit zu photographiren, z. B. eine Reihe von Bewegungen in Intervallen von nur $^1/_{100}$ Secunde[78]).

X. Panorama-Apparate.

Will man eine Panorama-Ansicht mit einem sehr bedeutenden Gesichtsfeldwinkel, z. B. 120 bis 180 Grad und darüber, aufnehmen, so bedient man sich nicht mehr der gewöhnlichen Camera und Weitwinkel-Objective, welche im besten Falle einen Winkel von ungefähr 120 Grad umfassen, sondern der sogenannten Panorama-Apparate[79]) (englisch: Panoramic Apparatus). Das Princip derselben ist folgendes: Wenn eine Linse um einen Punkt dreht, der senkrecht zur optischen Axe ist, so sind die Bilder, wenn sie auf einem dahinter befindlichen cylindrischen und mit ihr concentrischen Schirm aufgefangen werden, stationär, trotz der Drehung der Linse.

Soll ein ebener Schirm benutzt werden, so bewegt sich das Objectiv automatisch und zugleich wird die empfindliche Platte langsam (tangential zu gedachtem Cylinder) vorwärts geschoben, so dass das Bild des ganzen Umkreises allmälig und scharf auf die Platte kommt[80]).

Ist *a* in Fig. 369 ein leuchtender Punkt, *o* der Mittelpunkt des Objectivs, *pp* die cylindrische Platte, so liegt das Bild des Punktes auf der Linie *ao* in *b*. Wird das Objectiv nun um seinen Mittelpunkt gedreht (wie in der Figur punktirt angedeutet ist), so bleibt das Bild von *a* nach

78) Bullet. de l'Associat. Belge de Phot. 1882. S. 295.

79) Der sich für „Panorama-Camera" vorfindende synonyme Name „Panta-scopische Camera" (Phot. Arch. 1865. S. 116), ist hier wegen einer etwaigen Verwechslung mit dem Pantoscop-Objectiv fallen gelassen.

80) Werden mehrere aneinander grenzende Aufnahmen mit gewöhnlichen Objectiven gemacht und neben einander geklebt, so erhält man auch eine Art panoramisches Bild, wie es z. B. Robertson gegen das Ende des Krimkrieges von Sebastopol machte; die Bilder Robertson's waren aber in der Mitte heller und schärfer als am Rande, so dass die Combination drei Lichtflecken mit zwei dunklen Verbindungsstellen zeigte (Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1860. S. 144). — Deflubé nannte eine Camera, deren Cassetten-Einrichtung das Zusammenstossen zweier getrennter Aufnahmen erleichterte, „Compositions-Camera" (Phot. Corresp. 1873. S. 104). — Während bei der erwähnten Methode mehrere Negative erzeugt und die entsprechenden positiven Einzelbilder erst adjustirt werden, nehmen Andere, wie Arzberger, drei Bilder aneinander anstossend auf einer Platte auf. Er verschiebt die Cassette nach jeder Aufnahme, indem man durch eine Schnappfeder etc. die Endpunkte der Aufnahmen zum Zusammenfallen bringt. Vor der empfindlichen Platte befindet sich ein Rahmen (der Grösse einer Einzelaufnahme entsprechend), welcher wenigstens 1 cm von der empfindlichen Platte absteht. Dadurch hat jedes einzelne Bild an der Kante ein Halbschattenbild, welches sich mit dem Halbschattenbilde der nächsten Aufnahme deckt und den harmonischen Uebergang von einem Bilde zum andern vermittelt. Die Camera muss ganz horizontal stehen (Martin, Phot. Corresp. 1880. S. 132).

dem angedeuteten Grundsatze dennoch auf derselben Linie *aob* (weil *a* und *o* unverrückt ihren Stand behalten), wird also wieder auf den Punkt *b* der Platte fallen, daher werden sich trotz der Bewegung des Objectivs alle Punkte der vorliegenden Gegenstände scharf abbilden. Natürlich gilt dieser Satz nur, falls die Strahlen keinen zu grossen Winkel mit der Axe bilden. Man setzt deshalb der Linse gegenüber eine Schlitzblende, deren Oeffnung parallel der Drehaxe ist und welche sich gleichzeitig mit dem Objectiv bewegt.

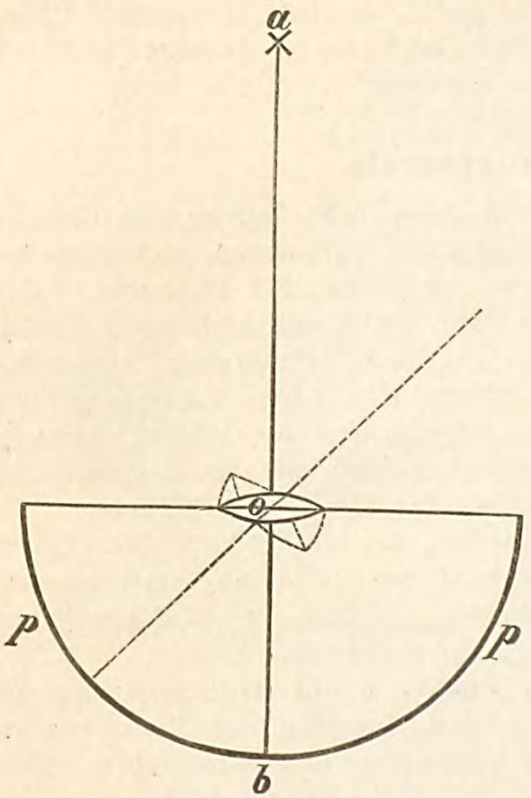


Fig. 369. Panorama-Apparat.

Im Jahre 1845 erfand Friedrich v. Martens, Kupferstecher in Paris, den ersten Panorama-Apparat für cylindrisch gebogene Kupferplatten (Daguerreotypplatten), welcher einen Gesichtswinkel von 150 Grad umfasste[81]). Er wurde „Megascop-Camera“ oder „Panorama-Camera“ genannt.

Ein Mangel der Martens'schen Apparate war die cylindrische Platte, deren Präparation besonders im gewöhnlichen Collodiumprocess sehr schwierig ist.

Den Martens'schen Apparat mit cylindrisch gekrümmter Platte veranschaulicht Fig. 369

Garella construirte selbständig eine Panorama-Camera und nahm 1848 in Algier damit Ansichten auf[82]).

1856 vervollkommnete der Neffe Martens', Ludwig Schuller in Paris, den Apparat dahin, dass man damit auf flachen Glasplatten operiren konnte[83]).

Ross in New-York construirte 1857 die analogen „Scioptric-Camera“, mittelst welcher jede Rundsicht auf drei Glasplatten ausgeführt werden konnte, deren jede genau 120 Grad umfasste[84]). Brooman nahm 1857 ein englisches Patent auf einen Panorama-Apparat[85]).

Bald darauf nahm Baldus mit Garella's ähnlichem Apparate Ansichten von Paris und dadurch angeregt stellte Johnson (1864) seine „Pantascopic-Camera“ zusammen, welcher letztere eine originelle mechanische Bewegung der Linse und Cassette mittelst eines Uhrwerkes erfand.

81) Compt. rendus. 1845. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 97, S. 239. Phot. Archiv. 1865. S. 116. Johnson und Harrison hatten schon 1862 ein englisches Patent auf einen Panorama-Apparat erhalten, jedoch behielt Johnson die damalige Form später nicht gänzlich bei. — Eine Abbildung des Apparates findet sich im Phot. Archiv. 1866. S. 7.

82) Bull. Soc. d'Encour. 1856. S. 800. Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1856. S. 141.

83) Compt. rend. 1856. Bd. 43, S. 1081. Cosmos. Bd. 9. S. 655. Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1856. S. 144.

84) Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1857. S. 391; aus The Liverpool and Manchester Phot. Journ.

85) Abridgments of Specification relating to Photogr. 1861. S. 97.

Johnson's Panorama-Camera, welche Fig. 371 im Profildurchschnitt zeigt, steht auf einer kreisrunden Basis *G*, in deren Mitte sich, genau unter der optischen Mitte des Objectivs ein senkrechter Zapfen *x* befindet, um welchen die Camera sich dreht. Die hintere Seite der Camera ist geschlossen, bis auf einen verticalen Spalt von geringer Breite, durch welchen das Licht des Objectivs auf die Platte dringt und dort stets nur einen schmalen Streifen belichtet. Die Vorderseite der Camera enthält das Objectiv.

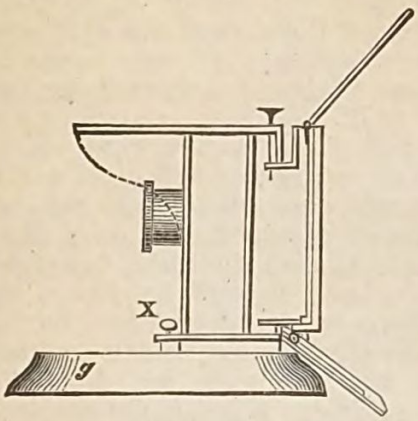


Fig. 370.

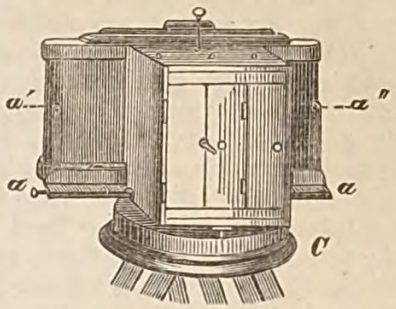


Fig. 371.

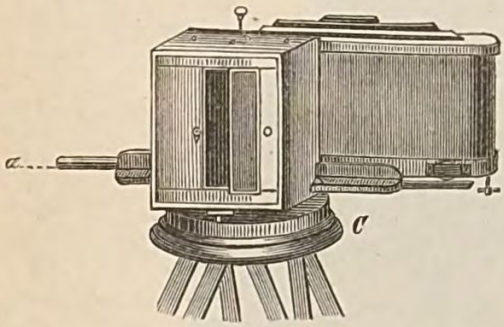


Fig. 372.

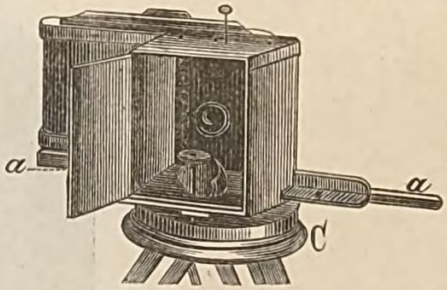


Fig. 373.

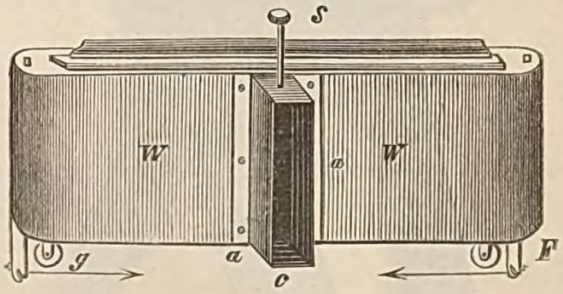


Fig. 374.
Johnson's Panorama-Camera.

An der Hinterwand befindet sich unten eine horizontale Stahlschiene *aa* Fig. 373, welche der Cassette zur Führung dient. Sie besteht aus drei Theilen, von welchen die äusseren behufs bequemerer Verpackung aufgeklappt werden können, wie dies Fig. 373 bei *aa'* und *aa''* zeigt.

Im Innern der Basis *C* unter der Camera befindet sich das Uhrwerk. Dasselbe besteht aus einer Trommel mit Spiralfeder, einem Schneckenrad und Kette und setzt durch einige Räderübersetzungen eine Unruhe in Bewegung, die sich im Vordertheil der Camera befindet. Diese ist mit Windflügeln versehen, welche verstellt werden können, so dass ihnen die Luft einen mehr oder minder grossen Widerstand entgegensetzt. Dadurch lässt sich die Bewegung um ein Merkliches verzögern oder beschleunigen.

Aussen um den Rand der Basis zieht sich eine Hohlkehle und in derselben läuft straff angezogen eine gekreuzte feine Metallsaite, deren eines Ende an der Basis, deren anderes Ende an dem Cassettenwagen befestigt ist. Diese Saite vermittelt die Bewegung (Fortschiebung) der Cassette während der Drehung. Selbstverständlich muss daher der Umfang der Basis in genauem Verhältniss zur Brennweite des Objectivs stehen, um eine genaue Uebereinstimmung zwischen den Bewegungen der Cassette und des Objectivs herbeizuführen.

Die Cassette befindet sich in einem Gehäuse oder Wagen, welcher in Fig. 374 besonders dargestellt ist. Er läuft mittelst Rollen auf der oben erwähnten Stahlschiene und besteht aus einem einfachen Gerippe, dessen beide Seiten durch verticale Walzen gebildet sind. Ueber diese Walzen ist ein endloser Streifen Wachstuch (sogenanntes amerikanisches Leder) *WW*, Fig. 374, gespannt, welcher sich über denselben verschieben lässt. An einer Stelle dieses Streifens (bei *a* Fig. 374) ist ein metallnes Kästchen ohne Deckel und Boden befestigt, das genau in den Spalt der Hinterwand der Camera passt und dort durch einen Stift *s* oder durch einen Schliesshaken festgehalten wird. Durch diesen Kasten wird die Oeffnung gebildet, durch welche das durch den Spalt kommende Licht des Objectivs auf die innerhalb des Tuchstreifens in der Cassette befindliche Platte dringt. Wenn nun das Objectiv an der Cassette vorübergeht, so nimmt die Camera das Metallkästchen mit, das Tuch bewegt sich dadurch über die beiden senkrechten Walzen und jede Stelle der Platte kommt so nach und nach vor die Oeffnung, weil die Cassette während der Linksdrehung der Camera sich auf der Stahlschiene nach rechts bewegt. In Fig. 371 bis 373 sind die verschiedenen Stellungen der Camera und Cassette angegeben.

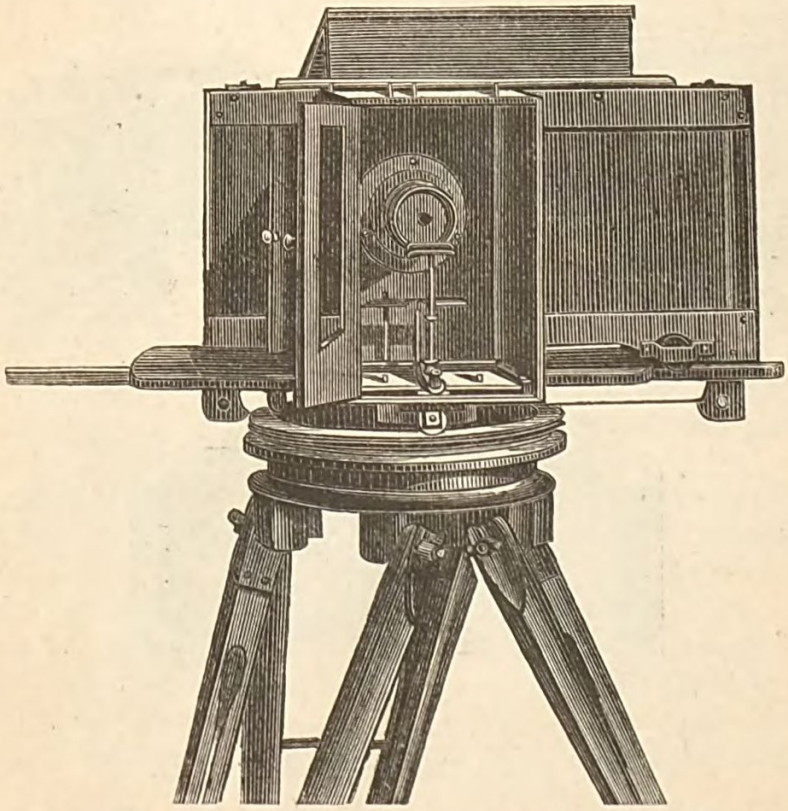


Fig. 375. Panorama-Apparat mit Uhrwerk.

Die Einstellung geschieht, indem man über vier Stifte hinwegvisirt, welche sich auf der Oberfläche der Camera befinden und den Winkel bezeichnen, welchen das Instrument umfasst.

In späterer Zeit hat Johnson einige Verbesserungen an seinem Apparat angebracht, wodurch eine grössere Modification der Drehungsgeschwindigkeit und die Verwendung von Objectiven verschiedener Brennweite ermöglicht wird[86]).

86) Bulletin de la société ftançaise de photographie. 1866. Nr. 6.

Ein Panorama-Apparat neuerer Construction (gleichfalls mit Uhrwerk) ist in Fig. 375 abgebildet[87]).

Das Princip einer Panorama-Camera für ebene Platten, bei welcher sich Objectivröhre und Cassette dreht, sei hier nach Sutton beschrieben[88]).

Die Linse (Fig. 376) wird an einer langen, engen Röhre von der Höhe der Camera befestigt. Diese dreht sich um eine unmittelbar über der Blende gestellte Axe. Inneralb der Camera sind zwei sehr starke, feste Reifen angebracht, der eine oben, der andere am Boden derselben. Die Cassette drückt immer gegen diese Reifen. Sie sind kreisrund und ihre Mittelpunkte liegen in der Rotationsaxe der Röhre. Die Enden der Cassette sind mit Rädern versehen, welche, soweit sie sich rundum bewegt, in Riemen am Boden der Camera laufen, wie sie die punktirten Linien zeigen. Diese punktirten Curven sind Evolutionen des unteren kreisförmigen Reifens. Das

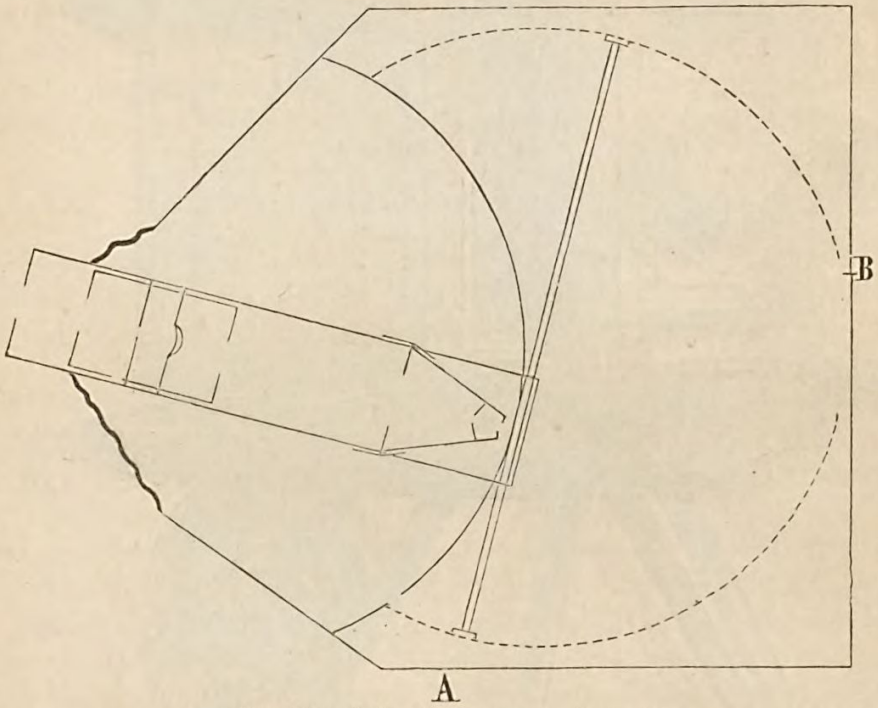


Fig. 376. Sutton's Panorama-Apparat.

obere Ende der Linsenröhre setzt sich fort bis über die Spitze des oberen Reifens und das untere Ende der Linsenröhre bis unter das Ende des unteren Reifens. Die Cassette wird dann zwischen diese vorragenden Enden der Linsenröhre gebracht. Ein mit Sammet überzogenes Stück Holz wird gegen diese Enden geschraubt und indem es gegen den Rücken der Cassette presst, hält sie sie an ihrem Platz gegen die Reifen.

Es ist nun augenscheinlich, dass, sowie die Linsenröhre um ihre Axe gedreht und allmälig nach den verschiedenen Objecten im Gesichtsfeld gerichtet wird, die Cassette sich mit ihr bewegt und immer gegen die Reifen gedrückt wird, so dass dadurch stets der geeignete Theil der sensitiven Platte der Linse gegenübersteht, wobei das mit Sammet überzogene Holzstück zu gleicher Zeit gegen den Rücken der Cassette gleitet und die Räder sich längs der Evolutionen bewegen.

87) Liébert, La Photogr. en Amérique. 1878. S. 107.
88) Schnauss, Phot. Lexicon. 2. Aufl. 1864. S. 273 und 3. Aufl. 1882. S. 321.

Die Seiten der Linsenröhre sind mit zwei Flügelthüren versehen, damit man nach Gefallen die Weite des in irgend einem Augenblick exponirten verticalen Bildstreifens vermindern kann. Ihre Rotations-Bewegung kann man mittelst eines Spanners und einer Feder oben an der Camera reguliren. Der Boden der Cassette kann durch einen Spalt in der Camera bei *A* oder *B* weggezogen oder wieder eingesetzt werden.

Die Genauigkeit, mit welcher dieses Instrument arbeitet, hängt von der Genauigkeit seiner Construction ab. Die optischen Principien schliessen keine Schwierigkeiten ein. Alle Theile des Bildes sind gleich scharf und die Verticallinien werden nicht aus den Senkrechten ausgebeizt werden. Die Perspective des Bildes ist indess panoramisch und nicht eben, so dass die horizontalen Linien der Objecte nicht in geraden Linien, sondern in gekrümmten

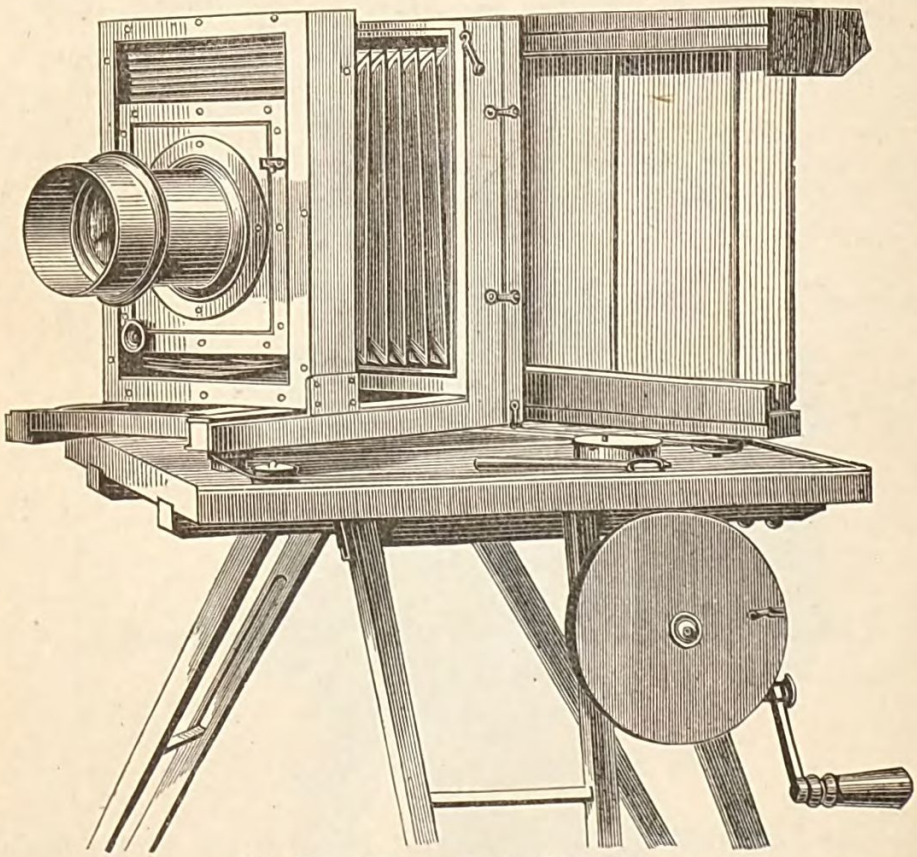


Fig. 377. Liesegang's Rotations-Apparat.

verschwinden. Wenn dies als ein Fehler betrachtet wird, so kann man zu dessen Vermeidung das Bild auf ein gebogenes Kartenblatt aufziehen oder um einen Glascylinder herumlegen und mit einem Diaphanoscop betrachten, wobei das Auge sich im Mittelpunkt des Cylinders befindet. Wachspapiercopien auf diese Weise betrachtet, würden wahrscheinlich schöner sein, als irgend etwas bis jetzt in der Photographie Gesehenes.

Sutton's Apparat, welcher 1861 der Londoner photographischen Gesellschaft vorgelegen hatte[89]), konnte sich, obschon der Optiker Ross ihn verbesserte, der vielfachen Schwierigkeiten halber keinen Eingang verschaffen.

Dr. Liesegang in Düsseldorf hat den Panorama-Apparat wesentlich verbessert[90]). Unter dem Namen „Rotations-Apparat" construirt der-

89) Phot. Corresp. Bd. 2, S. 126.
90) Schnauss, Photogr. Lexicon. 1882. S. 322.

selbe eine um eine Axe drehbare Camera, deren Cassette sich gleichzeitig während der durch eine Kurbel bewirkten Drehung auf Räderchen seitlich schiebt. Vermöge eines senkrechten engen Spaltes, der zwischen Camera und Cassette angebracht ist und des Balg-Auszuges der ersteren lässt sich jedes beliebige Objectiv für diesen Apparat benutzen, da nur der mittlere Theil der Lichtstrahlen zur Wirkung kommt. Gleichzeitig wird durch den Spalt auch die Krümmung der horizontalen Linien des Bildes verhindert. In Fig. 377 ist dieser Apparat abgebildet.

Schliesslich ist noch Fr. Aug. Chevalier's Panorama-Apparat[91]) zu erwähnen, welcher auf einer runden, horizontalen, sich um ihren Mittelpunkt drehenden Platte das Bild dadurch entwirft, dass sich über ihr ein rotirendes Linsensystem befindet. Das letztere projicirt die Landschaft mittelst eines Reflexions-Prismas auf die horizontale Platte in kreisförmiger Anordnung. Von einem gegebenen Punkte können die Winkel der Entfernung von Bildpunkten gemessen werden, so dass der Apparat als photographischer Messtisch dienen kann. Auf derartige Constructionen nahm Chevallier 1858 und 1864 englische Patente[91]); gegenwärtig sind sie kaum mehr in Anwendung.

XI. Vorrichtungen zum Wechseln der Platten.

Das Gewicht und Volumen einer grösseren Anzahl von Cassetten ist zu bedeutend, um eine genügende Menge empfindlicher Platten bei Reisen mitnehmen zu können. Deshalb verpackt man dieselben in Plattenkästen oder Packeten und wechselt die exponirten Platten gegen frische im Freien mittelst „Wechselkasten“ oder „Wechselsäcken“. Dieselben bestehen meistens aus lichtdichten Kästen oder Säcken mit Aermeln oder in eigens dazu construirten Cassetten, welche unmittelbar an die Plattenkästen befestigt und mit frischen Platten gefüllt werden können.

Die Vorrichtung zum Wechseln der Platten im Freien, der sogenannten Wechselkasten, welche in Fig. 378 und 379 dargestellt ist, ist schon in der „Monographie du stéréoscope“ 1862 von de la Blanchère beschrieben[92]).

Der Plattenkasten (Fig. 378) besteht aus einem Kasten $ABCDQ$, welcher, um auch auf steinigem Boden festzustehen und dieselbe Lage zu

91) Abridgements of Specifications relating to Photography. 1861. Bd. 1, S. 112 und 1872. Bd. 2, S. 105. Auch De Roth, Neueste Fortschr. d. Photogr. 1868. S. 31. Das Bild des visirten Gegenstandes, welches durch die Linse einer um eine verticale Axe drehbare Camera erzeugt wird, fällt beim ältern Apparat auf eine vertical stehende, um eine horizontale Axe drehbare, kreisrunde Platte, welche mit empfindlichem Collodion überzogen ist. Ein Räderwerk bewirkt, dass der Drehungswinkel von Platte und Camera stets übereinstimmt. Man braucht also nur die Bilder zweier beobachteten Gegenstände auf der kreisrunden Scheibe mit dem Mittelpunkte des Kreises zu verbinden, um den Winkel zu erhalten, welcher die beiden vom Beobachtungspunkte nach den zwei Objecten gezogenen Linien miteinander bilden. Auf dem Deckel des Apparates steht ein Fernrohr, welches zur Einstellung des Camera-Objectivs auf die Signalpunkte diente. — Später hat Chevalier die Einrichtung dahin modificirt, dass ein Prisma das Licht auf die feststehende Bodenplatte wirft, auf welcher auf einem kreisförmigen Rande, der die Drehungsaxe vertritt, die Camera steht. Durch diese Aenderung wird unmittelbar auf der Bodenplatte ein richtiges Messtischbild erhalten. — Der französische Lieutenant Ed. Paté hat in seiner Schrift „Application de la Photographie à la topographie militaire“. Paris. 1862 die Anwendbarkeit des Messtisches dargethan und durch einen danach angefertigten Plan von Arras documentirt.

92) Aus Monckhoven's Handbuch der Photogr. 1864. S. 119.

behalten, mit Füssen, CDQ, versehen ist. Er wird am Griffe E getragen und kann 24 oder 25 Doppelplatten aufnehmen, wie man sie gewöhnlich für stereoscopische Aufnahmen verwendet. Doch lässt er sich von jeder andern Grösse herstellen. Die innern Falze sind abgerundet und ausgeschweift, damit die Gläser nur von den äussersten Rändern getragen werden und die empfindliche Schicht keine Verletzung erleidet. Der Boden CDQ des Kastens ist inwendig mit Guttapercha überzogen.

GF ist ein beweglicher Deckel, welcher sich in den Nuthen KL, AB mit sanfter Reibung bewegen lässt. Man erreicht diesen Zweck für immer, wenn die oberen Ränder der Nuth mit Tuch überzogen werden. Der Deckel lässt sich bei IJ durch ein Scharnier umschlagen, indem der Theil GIJ auf AKG niederklappt und sich unten festhakt. Der andere Theil FIJ bleibt in den Nuthen, wo ihn ein besonders angebrachter Schnäpper F festhält.

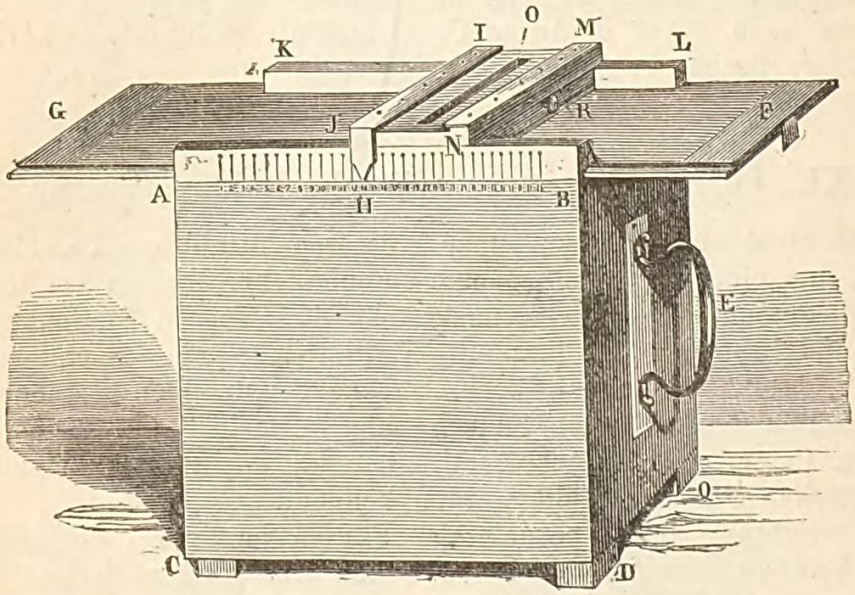


Fig. 378. Wechselkasten.

Der Theil $IJMN$ ist der wichtigste am Apparate. Er besteht aus einem Brettchen MN, welches am Deckel IJF befestigt ist und sich mit diesem in den Nuthen bewegt. Dies Brettchen hat eine Oeffnung O, von der Grösse der Stereoscopplatten, welche durch eine innere Leiste verschlossen wird, worauf beständig eine Feder drückt. Wenn man aber den Knopf K herauszieht, folgt der daran befestigte Leisten nach und öffnet die Oeffnung O, welche sich beim Loslassen des Knopfes sofort wieder schliesst.

AB ist ein Messingstreifen, von Löchern durchbohrt, welche genau dieselbe Entfernung haben, wie die Glasplatten im Innern des Kastens. H ist eine zugespitzte Nadel mit einem Loche, welches den Löchern des Messingstreifens AB, worauf die Nadel sich zugleich mit dem ganzen Deckel verschiebt, genau entspricht. Unter den Löchern befinden sich die Nummern 1 bis 25.

Wenn man die Nadel H einem Loche gegenüber bringt und hier durch einen Stift, der an einem Faden neben dem Kasten befestigt ist, feststellt, so wird diejenige Glasplatte, welche der Nummer entspricht, wo die Nadel festgestellt ist, nach Entfernung der Feder und des Leistens durch die Oeffnung O hindurchgehen können. Sobald das Licht eingewirkt hat, bringt

man die Glasplatte derselben Stelle wieder in den Kasten, schiebt die Nadel und dadurch den damit verbundenen Auszug GF um eine Nummer weiter. Hierdurch kann man jeden Augenblick erfahren, wie viel Glasplatten belichtet sind und wie viele noch unbelichtet geblieben.

Um die Glasplatten, ohne Nachtheil für die empfindliche Schicht, im Freien zu wechseln, bedient man sich der Cassette zum Plattenwechseln (Fig. 379). Diese Cassette besteht aus einem Gestell $ACNI$, welches gewöhnlichen Cassetten analog ist und an einer der Camera zugekehrten Seite zwei Fallthüren VV' zeigt, wovon in unserer Figur die eine emporgezogen, die andere niedergelassen ist. Sie werden durch kleine Messingwirbel, die auf $ABIM$ befestigt sind, in letzterer Stellung festgehalten.

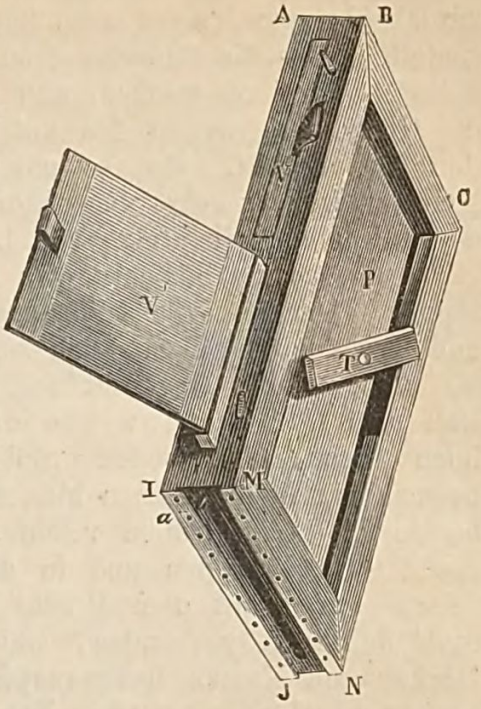


Fig. 379. Cassette zum Plattenwechseln.

Am äussern Theile dieser Cassette befindet sich der Rahmen $BCMN$, wodurch das Ein- und Ausziehen des Schiebers P ermöglicht wird, der sich parallel mit der Fläche AIJ im Innern bewegt. Diese Bewegung wird durch zwei kleine Federn erleichtert, welche im Rahmen befestigt sind und den Schieber P nach auswärts drängen. T ist ein Wirbel, welcher sich auf einer Axe dreht, die am Schieber P befestigt ist. Dieser Wirbel ist darauf eingerichtet, dass er, wenn man den Schieber P hineinschiebt, in die Einfassung des Rahmens $BCMN$ einfällt, sobald man ihn in parallele Lage zu den Seiten MN und BC bringt. In dieser Stellung hält er den Schieber P fest.

In Fig. 379 ist der Wirbel weggedreht und der Schieber P von den Federn zurückgedrängt. In der Mitte der Seite $IJMN$ bemerkt man eine Spalte, durch welche die Glasplatte eingeschoben wird. Dies Einschieben ist aber nur möglich, wenn, wie in Fig. 378, der Schieber P losgemacht ist.

Sobald die Glasplatte in der Cassette ist, drehen wir das Querstück T, indem wir dasselbe gegen den Schieber P drücken, wodurch sich die Oeffnung $IJMN$ mittelst einer inneren Randleiste verschliesst, welche sich am Schieber P befindet. — Wir wollen jetzt die gleichzeitige Verwendung der in Fig. 378 und 379 dargestellten Apparate betrachten.

Nachdem die Fallthüren V und V' der Cassette (Fig. 379) verschlossen und durch ihre Wirbel befestigt sind, und der Plattenkasten wie in Fig. 378 hergerichtet ist, dreht man das Querstück A, um den Schieber P los zu machen. Man stellt den Theil IN der Cassette in den Theil IN des Deckels vom Kasten und schiebt den Theil $IJMN$ der Cassette, welcher mit zwei kleinen Messingleisten versehen ist, so weit in die dort befindliche Nuth, bis der Schnäpper a bei IN einschnappt (Fig. 379). In dieser Stellung correspondiren die beiden Spalten, und wenn man den Plattenkasten oberhalb der Cassette eine senkrechte Stellung giebt, indem man zugleich die Feder R wegzieht, fällt die Glasplatte durch ihre eigne Schwere aus dem Kasten in die Cassette. Nun wird die Feder R losgelassen,

welche die Spalte des Deckels verschliesst, und man dreht den Wirbel T, welcher den Schieber P an die Glasplatte drückt und zugleich die Spalte $IJMN$ verschliesst. Man trennt dann die Cassette vom Plattenkasten, bringt die Cassette in die Camera und exponirt die Glasplatte.

Um nach der Aufnahme die belichtete Platte in den Plattenkasten zurückzubringen, muss man umgekehrt verfahren. Die Apparate werden so gestellt, dass die Cassette oben steht, dann wird der Wirbel gedreht, um die Platte frei zu machen, und endlich die Feder R zurückgezogen, worauf die Glasplatte, wegen des unten angebrachten Kautschuks, ohne Stoss in den Kasten fällt. Man schiebt die Nadel H und den Deckel GF um eine Nummer weiter, kehrt das Unterste des Kastens zu oberst und beginnt abermals dieselbe Reihenfolge von Operationen.

Dr. Stolze bediente sich bei seinen Aufnahmen der Ruinen von Persepolis folgenden Wechselkastens: Derselbe diente nicht nur zum Wechseln und Trocknen, sondern auch zum Präpariren nasser Platten, war im Lichten 80 cm lang, 45 cm breit und 47 cm hoch. In seinem Boden befanden sich drei Löcher, in welche drei starke Beine hineinpassten, die ihn so hoch über den Erdboden erhoben, dass man in den aufgeklappten Kasten bequem mit beiden Armen hineinfassen konnte, so dass der Rand des Kastens bis in die Achselhöhlen reichte. Der Deckel liess sich um einen Winkel von 60^0 hochklappen und in dieser Lage feststellen. Seine beiden kurzen Seiten waren mit dem Rande des Kastens durch zwei dreieckige Stücke Stoff lichtdicht verbunden, während eine gleichfalls lichtdichte Decke am Deckel und Kasten festgeknöpft und so über Kopf, Arme und Oberkörper heruntergeschlagen wurde, dass auch nicht eine Spur schädlichen Lichtes in den Kasten drang. Im Deckel selbst war ein von innen und aussen durch Schutzklappen verschliessbares vierfaches gelbes Fenster. Im Boden des Kastens befanden sich zwei rechtwinklige Oeffnungen, in welche Plattenkasten und Tauchcuvette versenkt wurde. Der ganze Kasten war von aussen mit Blech beschlagen. — Obwohl der Kasten schwer und nichts weniger als compendiös ist, empfiehlt ihn dennoch Stolze wegen seiner Unverwüstlichkeit namentlich für Reisende[93]).

Ueber den Wechselsack schreibt F. Stolze[94]), welcher sich bei seinen Arbeiten mit Trockenplatten in Persien vorzugsweise eines solchen bediente, folgendes:

„Ein guter Wechselsack muss weit und lang sein, damit man Plattenkasten und Cassetten hineinnehmen und sich doch bequem darin bewegen kann. Da ich mit Platten von 40 : 40 cm arbeite, brauche ich den Sack besonders weit, während die Länge wohl stets dieselbe sein kann. Die Dimensionen, die ich gewählt habe, und die für die meisten Fälle ausreichen dürften, sind 2 m Länge und 2,5 m Weite, also 5 m Umfang. Um mit Sicherheit völlige Lichtdichtheit zu erzielen, muss man den Sack aus drei Lagen dichten Cattuns anfertigen; ich wähle für die beiden äusseren feinsten schwarzen englischen Cattun, für die innere, um die nöthige Helligkeit zu erzielen, goldgelben Glanzcattun. An der Stelle, wo das Gesicht sich befindet, wenn man den Sack überhängt, bringt man ein Fenster an, welches nicht zu klein sein sollte; für die obigen Dimensionen habe ich es 40 cm lang und breit gemacht. Man schneidet dazu nur die beiden oberen Cattun-

93) Phot. Wochenbl. 1881. S. 279.
94) Phot. Wochenbl. 1881. S. 107.

lagen fort, da der gelbe Glanzcattun selbst vortheilhaft einen Theil des Fensters bildet; für gewöhnliche, im Silberbade hergestellte Trockenplatten ist darüber eine Lage Wachstaffet ausreichend, für Emulsionsplatten aber würde man hierbei den dichtesten Schleier erhalten. Ich habe daher über dem gelben Glanzcattun 8 Lagen Wachstaffet und eine Lage scharlachrothe Seide. Man sollte dabei je 4 und 4 Lagen des Wachstaffets fest zusammensteppen, damit, wenn eine irgendwo bricht, die andren vor dem Spalt sind."

„Alle Näthe müssen so genäht werden, dass die Stiche durch Stoff gedeckt sind und nicht durch und durch gehen. Zugleich müssen aber die verschiedenen Lagen des Stoffes so mit einander verbunden sein, dass man durch Anfassen der einen die andren mit bewegt; sonst verwirrt sich der Sack, wenn man ein Weilchen damit gearbeitet hat."

Stolze verfuhr bei der Arbeit nun folgendermassen: Er zetzte sich an Ort und Stelle auf einen Plattenkasten oder einen Feldstuhl und stellte den Kasten, in dem die einzulegenden Platten sind, sowie seine drei an alle drei Cameras passenden Cassetten neben sich.

Wer jung und gelenkig genug dazu ist, kann sich auch einfach hinhocken. Dann zog er den Sack, der vorher hinter ihm lag, über den Kopf oder liess ihn von einem Gehülfen überdecken. Es ist darin vollkommen hell genug, um die Platten bequem einzulegen. Sobald dies geschehen war, exponirte Stolze, ging wieder unter den Sack und so fort. Er hatte auf diese Weise mit fortwährend gewechselten Standpunkten in Heidelberg in $2^1/_2$ Stunden 13 Platten 40:40 cm, in Persien in einem Falle in $4^1/_2$ Stunden 46 Platten 20 : 20 cm. gemacht. Hätte er erst ein Zelt aufschlagen sollen, so wäre damit nicht nur kostbare Zeit verloren gegangen, er hätte in dem zweiten angeführten Falle, wo es sich um Aufnahme einer Moschee in kürzester Frist und mit möglichst geringer Erregung von Aufsehen handelte, die Aufnahme überhaupt unterlassen müssen.

Am vortheilhaftesten zeigt sich aber der Wechselsack, wo man in Thürme oder auf Berge steigen muss. Er ist nicht nur in jedem Augenblick bereit, der Raum, den man dazu braucht, ist auch so gering, sein Transport so leicht und bequem, dass kein Wechselkasten, geschweige denn ein Zelt mit ihm concurriren kann. Und wenn nun gar heftiger Wind weht, so sind Zelt und Wechselkasten stets in Gefahr, umgeblasen zu werden, während der Wechselsack aufrecht bleibt, wenn ein Mensch es vermag. Stolze erinnert sich einer Aufnahme auf Tul e Pai Tul bei Bushire, wo sein Zelt, obwohl es durch vier Stricke an Felsblöcken befestigt war, durch den Sturm umgeworfen wurde; mit seinem Wechselsack aber machte er die Aufnahme möglich, und hatte von dem Augenblick an das Zelt bei Seite geworfen.

Als Beispiel eines Wechselkastens für Trockenplatten mag Percy Hardwick's „Changing-Box" dienen[95]). Der Ueberzug des Kastens ist aus zwei Schichten von dichtem Calico gemacht (die innere schwarz, die äussere hell), zwischen welchen braunes Papier gelegt ist. In Fig. 380a und b sind die Holzrahmen des Kastens dargestellt, welche an den Enden mit Messingblech beschlagen, resp. durch Charniere verbunden sind. Fig. 380 c d, Holzstützen mit Charnieren; *e* Kautschukband. Fig. 381: *a* zeigt die Thüre des offenen Kastens und die punktirten Linien zeigen die Falten im Ueberzug, für den Fall, als man den Kasten nach Fig. 382 zusammenklappt.

95) Brit. Journ. Phot. Almanac for 1879. S. 163.

Fig. 382 zeigt den zusammengelegten Kasten sammt (rothem) Glasfenster. In Fig. 381 ist die Büchse. Fig. 383 zeigt sie im Gebrauch.

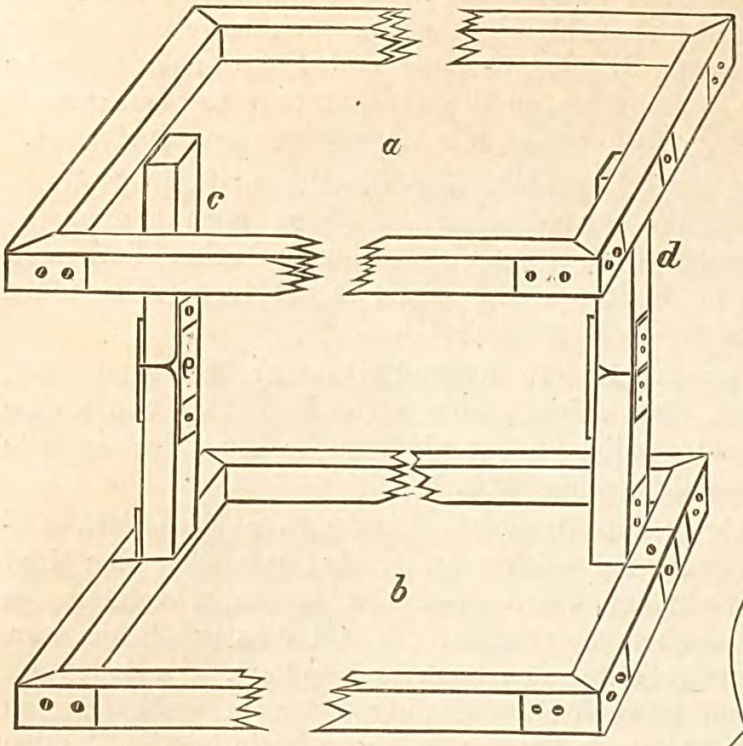


Fig. 380. Wechselbüchse.

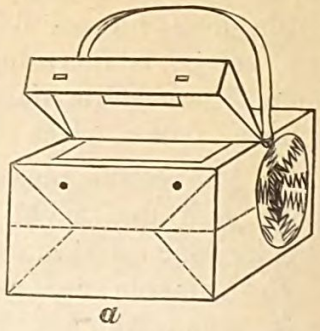


Fig. 381.

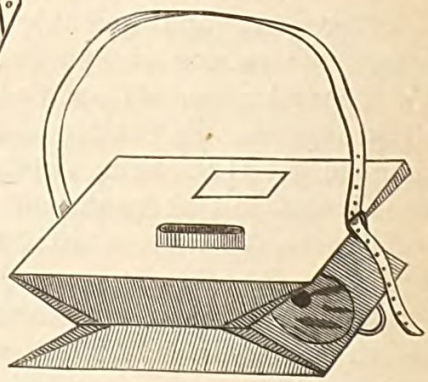


Fig. 382.

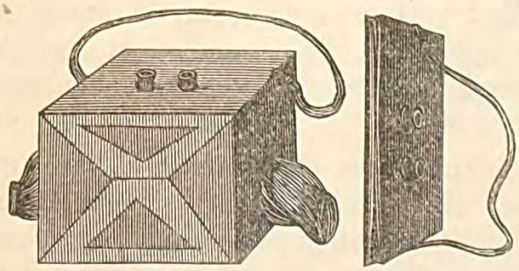


Fig. 384. Fig. 385.

Shew's Wechselbüchse.

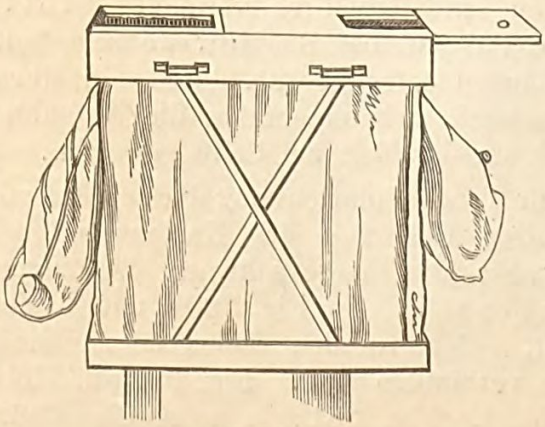


Fig. 386.

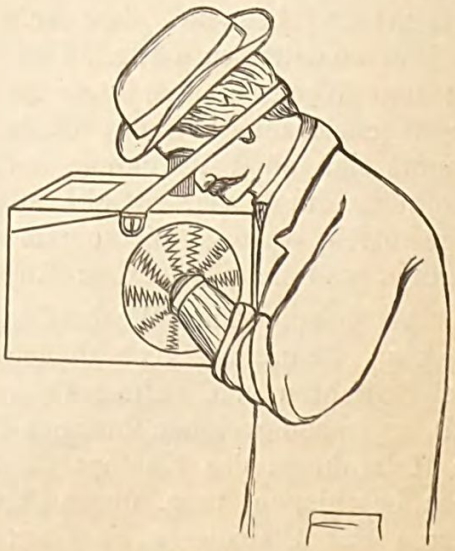


Fig. 383.

Wechselbüchsen.

James Shew's Wechselbüchse (Chanching box) für Trockenplatten ist in Fig. 384 auseinandergezogen, in Fig. 385 zusammengelegt dargestellt.

Der Wechselkasten von C. D. Smith, Fig. 386, ist so eingerichtet, dass man die Camera, drei Doppelcassetten und einen Plattenkasten mit 12 Platten hineinsetzen kann. Er lässt sich in einer Minute aufschlagen. Die Arme werden durch die beiden Aermel gesteckt. Oben in dem Schieber ist eine gelbe (für Bromsilbergelatine-Platten rothe. Verf.) Scheibe angebracht, durch die man in den Kasten hineinsieht. Der Schieber ist zum Oeffnen, damit man die Camera, Cassette etc. von oben hineinsetzen kann, anstatt sie durch einen der Aermel zu schieben[96]).

Bei der grossen Lichtempfindlichkeit der Bromsilbergelatine-Platten soll das Wechseln der Platten in völliger Finsterniss geschehen, weil sogar das rothe Glas unter freiem Himmel zu wenig Schutz gegen Verschleierung bietet.

S. Highley's älterer Wechselkasten ist in Fig. 387 dargestellt[97]). Er benutzt den Kasten, welcher zum Transport der Platten dient, auch als Wechselkasten. Der Kasten ist 17 Zoll lang, 11 Zoll hoch und $8^1/_2$ Zoll tief. Nachdem man den Kasten fest auf's Stativ aufgeschraubt hat, wird ein Plattenkasten *A* eingeführt. Nun wird eine Cassette *B* auf den Boden des Kastens gelegt und an einer hervorstehenden Unterlage befestigt, um ihn in der Stellung zu erhalten. Der Deckel *C* wird zurückgeschlagen; eine Thür an der Seite *D* geöffnet und ein schliessender Aermel von schwarzem Tuch *E* hervorgezogen. Dann zieht man einen verschiebbaren Schalter von einem gelben[98]) Fenster *F* zurück, das sich an der Rückseite des Kastens befindet und die Fallthür *G* wird geschlossen und verriegelt. Die Schalter *HH* an der Aussenseite werden dann aufgemacht und von einem grossen in der Thüre befindlichen gelben Fenster zurückgezogen, durch welches der Operateur dann sehen kann, wie er im Kasten arbeitet. Nun führt man die rechte Hand durch den Aermel *E* ein, öffnet den Deckel von *A*, fasst die Ecken der ersten Platte und bringt sie in die Cassette *B*. Dann wird der Cassetten-Deckel *C* geschlossen; ebenso der Deckel des Plattenkastens. In ähnlicher Weise werden die exponirten Platten wieder verwahrt.

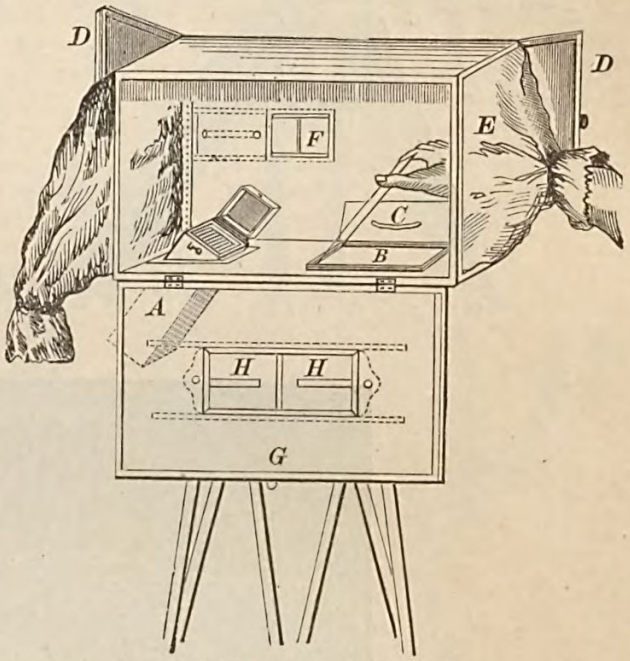


Fig. 387. Highley's Wechselkasten.

XII. Combination der Camera mit dem Wechselkasten.

Um sowohl die Cassetten als die getrennt mitzunehmenden Wechselkasten auf Reisen entbehrlich zu machen und das Gewicht und Volumen

96) Phot. Archiv. 1866. S. 203; aus Illustr. Photogr.

97) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 7; aus Brit. Journ. of Phot. Bd 8, S. 290.

98) Der Apparat war für Collodion-Trockenplatten construirt; für Gelatineplatten würde gelbes Glas nicht genügen.

des Gepäckes zu vermindern, brachte man den Wechselkasten unmittelbar an der Camera an.

Das Wesen der Combination von Camera und Wechselkasten besteht darin, dass durch eine einfache Vorrichtung die exponirte Platte unmittelbar aus der im vollen Licht stehenden Camera in den Wechselkasten gebracht werden kann.

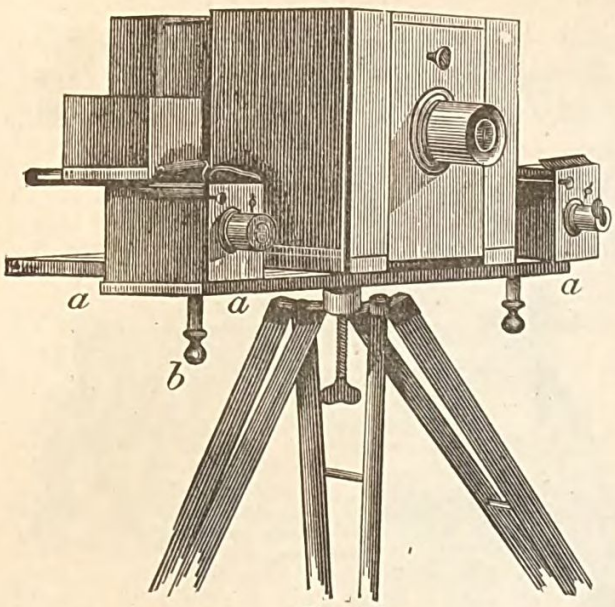


Fig. 388.

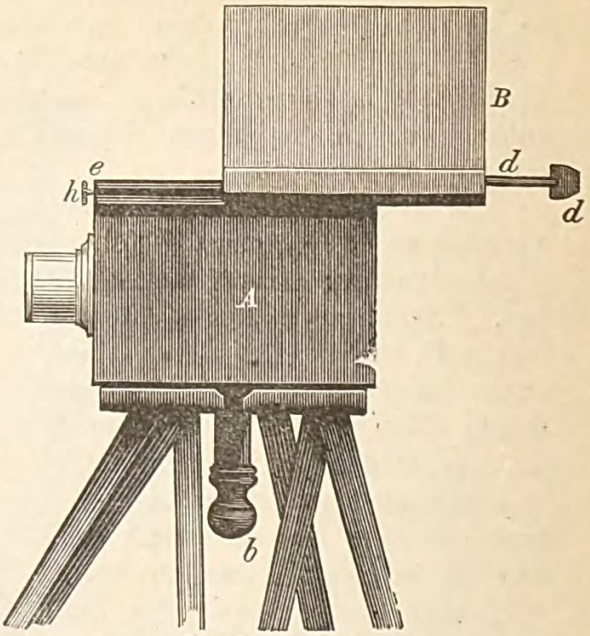


Fig. 389.

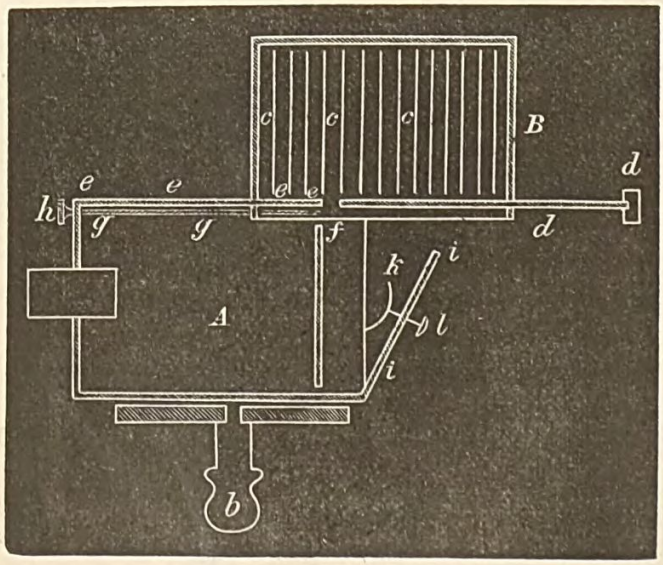


Fig. 390.
Cramb's Camera ohne Cassette.

Derartige Apparate haben verschiedene Namen; häufig heissen sie „Revolver-Camera".

Vidal nannte einen Apparat, bei welchem sich eine grössere Anzahl von empfindlichen Platten in Coulissen bewegen und nach Belieben an den Platz der matten Scheibe geschoben werden konnten „Autopolygraph" [99].

99) Bull. Soc. franç. 1862. S. 298.

J. Cramb gab 1861 folgende Camera ohne Cassetten für das trockene Verfahren an[100]). Das Stativ trägt drei Camera's, eine für gewöhnliche Aufnahmen, zwei zu Stereoscop-Bildern (Fig. 388). Wie die Trockenplatten in die Camera (ohne Cassette) gelangen, zeigt Fig. 389 und 390. Die Camera *A* ist an dem Stativ mittels der Schraube *b* befestigt. Die Linien *ccc* (Fig. 390) zeigen die Lage der Platten in der Büchse *B* an. Will man eine Platte aus der Büchse an die Stelle der Visirscheibe fallen lassen, so wird der Schieber *d* etwas weggezogen; sie gleitet längs einer Leiste nach *f*. Der Spalt, durch welchen die Platte fiel, wird durch den Schieber *gg* mittelst des Knopfes *h* verschlossen. Eingestellt kann nach Aufklappen der Rückwand der Camera bei *i* werden. Die Feder *k* und Schraube *l* drückt die empfindliche Platte an den rechten Platz in der Einstellebene.

Aird construirte eine Camera, welche mit einem Plattenkasten zum Aufbewahren und beliebigen Emporheben der Platten zur Exposition combinirt ist.

Sie ist in zwei Abtheilungen getheilt. Die obere Abtheilung ist hinten mit einer Klappe *L* versehen und vorn mit einer beweglichen Vorderwand *M*, in welcher das Objectiv angebracht ist. Dieses Vordertheil ist zum Ausziehen mittelst Zahnstangen und Trieb eingerichtet. Es bildet einen festen Ausziehkasten oder eine Balgvorrichtung. In der Mitte der oberen Abtheilung befindet sich die matte Visirscheibe *A*, welche durch zwei Federn *B* in ihrer Lage gehalten wird. Die Vorrichtung, um die Platten, welche sich in der unteren Abtheilung befinden, heraufzuheben, besteht aus zwei Messingleisten *C*, welche sich rechts und links neben der Visirscheibe befinden und unten, nicht weit von ihrem unteren Ende, durch einen runden Querstab *D* mit einander verbunden sind. Am unteren Ende einer jeden dieser beiden Messingleisten befindet sich ein Vorsprung E, dessen Zweck unten erwähnt ist. — Die untere Abtheilung ist zum Aufbewahren der Platten bestimmt. Es befindet sich darin ein Einsatz *F*, welcher die halbe Länge der Abtheilung einnimmt und von einem Ende bis zum andern gehoben werden kann. Dies geschieht mittelst der Messingplatte *G*, welche bei *H* nach aussen heraustritt und hier einen Griff hat. In diesem Einsatzkasten stehen zwölf cassettenartige Rahmen, welche die Platten enthalten und durch eine Feder *J* zusammengedrückt werden. An der hier befindlichen Rückwand des Einsatzkastens befindet sich oben ein abgeschrägtes Stück *s*. In der Höhe von *K* hat jede der Cassetten rechts und links einen Ausschnitt, in welche der Vorsprung *E* der Messingleisten *C* lose hineinpasst. Wenn alle zwölf Cassetten zusammengerückt im Einsatzkasten stehen, so bilden diese Ausschnitte *K* auf jeder Seite förmlich eine fortlaufende Nuthe. — Das Arbeiten mit dieser Camera geschieht folgendermassen: Nachdem man eingestellt hat, schliesst man den Objectivdeckel und die Klappe *L*, um das Licht abzusperren. Der Einsatzkasten *F* befindet sich in der auf der Zeichnung angegebenen Stellung. Sodann zieht man die Leisten *C* in die Höhe. Mittelst der Vorsprünge *E* fassen die Leisten die erste Cassette im Einsatzkasten und bringen sie mit sich in die Höhe. Die Visirscheibe ist unten abgeschrägt und wird in Folge dessen durch das Querstück *D* zurückgedrängt und die Cassette mit der Platte tritt an ihre Stelle. Durch das Spiel der Feder *J* wird die im Einsatzkasten um eine Stelle weiter rücken. Nach dem Exponiren

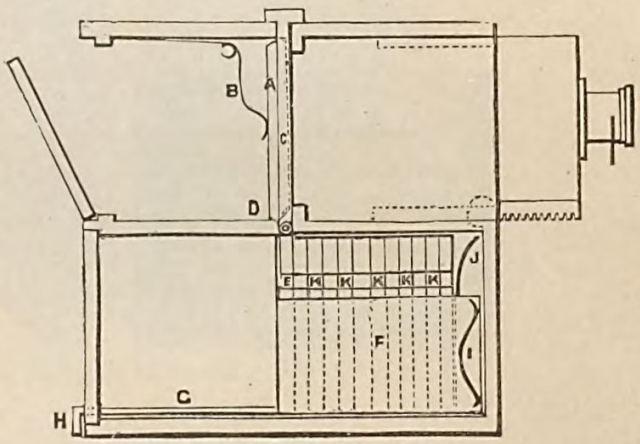


Fig. 391. Aird's Camera mit Wechselkasten.

100) Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1861. Bd. 4, S. 165; aus Brit. Journ. Bd. 8, S. 265.

zieht man mittelst der Stange G den Einsatzkasten F bis an's andere Ende des Raumes und drückt dann die Cassette mit der exponirten Platte wieder nach unten hinunter. Durch die veränderte Stellung des Einsatzkastens nimmt sie jetzt den letzten Platz ein. Das abgeschrägte Stück dient als Leitung. Darauf schiebt man den Einsatzkasten F wieder zurück, wobei die Vorsprünge E nicht hindern. Da, wie schon bemerkt, die Ausschnitte K eine fortlaufende Nuthe bilden, durch welche der Vorsprung ungehindert passiren kann. Auf diese Weise kann man alle Platten exponiren. Man kann auch auf der Stange G eine Eintheilung anbringen und so die Platten in beliebiger Reihenfolge exponiren.

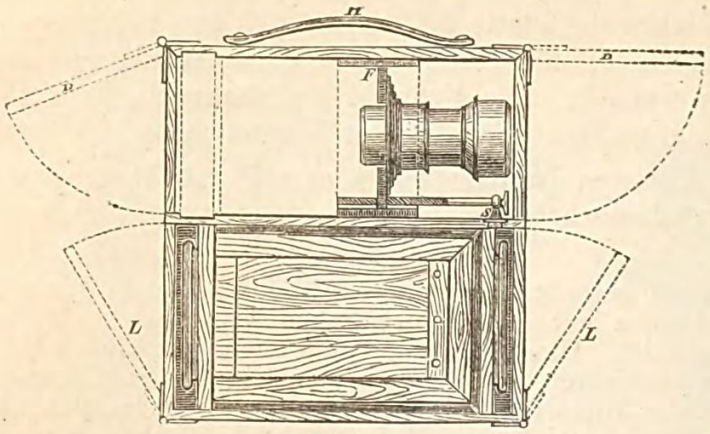


Fig. 392.

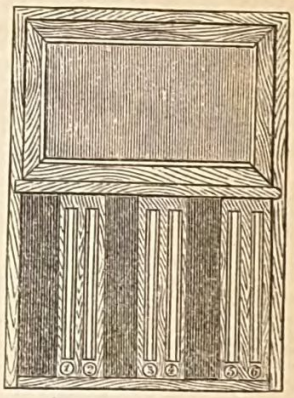


Fig. 393.

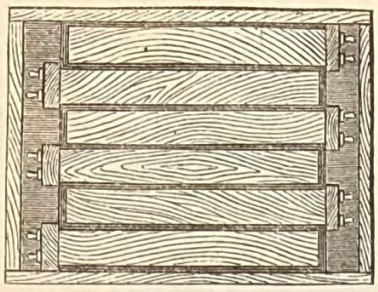


Fig. 394.

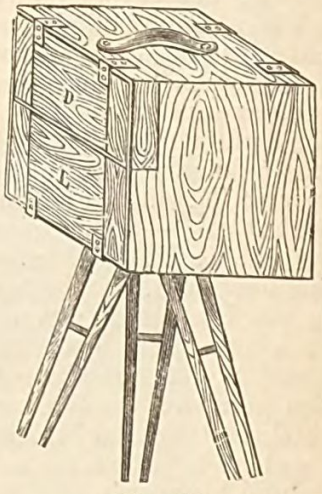


Fig. 395.

Camera und Plattenkasten.

Eine mit einem Plattenkasten combinirte ältere Reisecamera zeigt Fig. 392 bis 395. Fig. 392 ist ein Längendurchschnitt der Camera und zeigt am untern Theile die Cassette in der Seitenansicht; im oberen die zwei Linsen mit der Schraube zum Einstellen. Das Linsenpaar kann mit dem Rahmenstück F, in welchem es angebracht ist, nöthigenfalls ganz aus dem Dunkelkasten gezogen werden. Ein Stück Kautschuk kann an jedem der untern Thürchen $L\,L$ befestigt werden, gerade dick genug, um leicht gegen die Schieber der Cassette zu drücken, wenn das Thürchen geschlossen ist. Fig. 393 zeigt das Ende der Camera, wenn man sich die zwei Thürchen wegdenkt, das matte Glas an seinem Orte und drei von den Cassetten in

101) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 24; aus Phot. News. Bd. 3, S. 233.

der darunter befindlichen Abtheilung; die andern drei treten am entgegengesetzten Ende ein. Fig. 394 ist eine Zeichnung des unteren Theiles der Camera und zeigt die sechs Cassetten in ihrer Stellung, jede mit einer besonderen Rinne, worin sie läuft. Fig. 395 ist eine perspectivische Zeichnung der Camera im geschlossenen Zustande, mit dem Leder- oder Metallgriff zum Tragen. — Der obere Theil des Kastens dient als Camera, der untere zum Einpacken der Cassetten.

Enjalbert's neue patentirte Reisecamera „Le Touriste" enthält acht empfindliche Platten, welche in einem Schubfach *B* (Fig. 396) untergebracht sind[102]). Ferner sind gleiche Supplement-Schubfächer, welche dieselbe Anzahl Platten enthalten, dem Apparat beigegeben; dieselben können beim vollen Tageslicht in den Apparat eingeführt werden. Fig. 396 zeigt den Apparat.

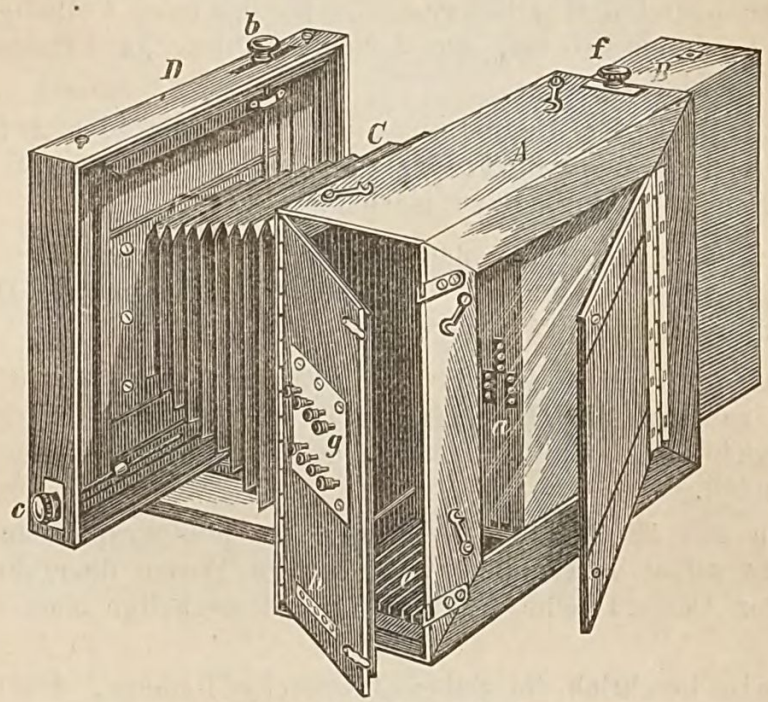


Fig. 396. Enjalbert's Reisecamera.

A Camera, geöffnet, um deren Einrichtung ersichtlich zu machen; *B* Schubfach mit den Rahmen für die empfindlichen Platten, halb ausgezogen; *C* elastischer Auszug; *D* Objectivbrett; *E* Schlittenbrett mit Zahnstange, welches den Apparat trägt.

a acht Rahmen, welche die empfindlichen Platten enthalten; *b*, *c* Knöpfe, um das Objectiv nach allen Richtungen zu wenden; *dd'* Schliessplatte, um das Objectivbrett für lange Brennweiten zu befestigen; *e* Rinnen, welche den Rahmen der empfindlichen Platten entsprechen, um den Rahmen der Visirscheibe einzuführen; *f* Druckschraube, um das Schiebfach festzustellen; *g* Schrauben, um die Rahmen mit den empfindlichen Glastafeln festzustellen; *h* Rohr zum Entweichen der Luft bei der Verschiebung des Schubfaches.

Wenn das Einstellen, das sich sehr leicht ausführen lässt, beendet ist, so hat man nur mittelst des Knopfes *g* den Rahmen, welcher die zu belichtende Platte enthält, anzuhängen und wird, wenn das Schubfach *B* aus der Camera gezogen wird, die zurückgehaltene Platte allein in der Camera bleiben. Wie hieraus entnommen werden kann, ist der Mechanismus sehr

102) Phot. Corresp. 1881. S. 205. Phot. News. 1882. S. 449. Bullet. de l'Assoc. Belge de Phot. Bd. 6. S. 294.

einfach. Aus diesem Umstande lässt sich das geringe Volum des Apparates erklären.

Die Camera kann für die Aufnahmen nach der Länge und Breite aufgestellt, jedes beliebige Objectiv wegen des vorhandenen Auszuges verwendet werden. Ein Schlitten mit Zahnstange erleichtert die Einstellung.

XIII. Combination von Camera und Laboratorium.

Das Bedürfniss, exponirte Landschaften etc. an Ort und Stelle entwickeln und fertig machen zu können, führte zur Combination von Camera mit der Dunkelkammer (Laboratorium). Seit der Einführung und Vervollkommnung der Trocken-Verfahren sind diese Apparate nur wenig mehr im Gebrauch; den grössten Werth hatten sie für das nasse Collodion-Verfahren, bei welchem es unmöglich ist, eine belichtete Platte nach Hause zu nehmen und dort zu entwickeln.

Schon zur Zeit der Daguerreotypie tauchte die Idee auf die Camera nach beendigter Exposition als Entwicklungs-Raum zu benutzen und dadurch die Dunkelkammer entbehrlich zu machen.

Séguier bedeckte 1839 den Dreifuss der Camera mit einem lichtdichten Mantel, so dass eine Art Dunkelzelt entstand und die Daguerreotypplatten darunter entwickelt werden konnten.

Claudet ging noch weiter. Er brachte 1842 in die Camera das Quecksilber, so dass die Daguerreotypplatten sich während der Exposition zugleich entwickelten. Ein kleines gelbes Fenster gestattete die Controle der Operation[103]).

Newton gab 1853 eine Vorrichtung, um photographische Operationen in der Camera selbst vorzunehmen, welche im Wesen darin bestand, dass am Boden der Camera eine Cuvette für Flüssigkeiten zum Sensibilisiren enthielt[104]).

J. P. Jule beschrieb im selben Jahre eine Camera, deren Boden von Guttapercha und so eingerichtet war, dass Flüssigkeiten hineingegossen und durch Umwenden der Camera über die Platte gespült werden konnten. Fig. 397 zeigt die spätere Form[105]), welche Jule seiner Camera gab. *aa* ist ein Mahagony-Kasten, der eine weithalsige Glasflasche *b* enthält; diese ist inwendig matt geschliffen. Der Boden derselben ist mit Guttapercha bedeckt und besitzt eine schwache Vertiefung *cc*. *dd* ist ein Wechselbrettchen, in dessen Mitte das Objectiv befestigt ist; nach dem Umdrehen der Haken *ee* kann es weggenommen werden. — Man operirt in der folgenden Weise: Nachdem das Brett *dd* entfernt, legt man die collodionirte Glasplatte in die Vertiefung *cc*, wo sie durch Capillaranziehung haften bleibt. Das Brett wird nun wieder festgemacht, die Camera so gewendet, dass die in der Flasche befindliche Silberlösung über die Platte fliesst. Sobald diese sensibilisirt ist, belichtet man; dann bringt man die Camera in das Dunkelzimmer, nimmt die Platte heraus und entwickelt sie.

103) Echo du monde savant. 1842. N. 46, Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 87. S. 237.
104) Horn, Phot. Journ. 1854. Bd. 1, S. 47.
105) Phot. Arch. 1865. S. 207.

Das Einstellen geschieht nach einer vorher berechneten Scala auf Grund der Entfernung der Gegenstände vom Apparat.

Zur Verständigung genügt es einige andere dieser Apparate näher zu beschreiben.

Ch. Alfieri hatte im December 1856 bei einer Versammlung der Londoner Photographischen Gesellschaft einen „tragbaren Entwicklungs-Dunkelkasten“ ausgestellt, den er 1860 genauer beschrieb[106]). Der Ent-

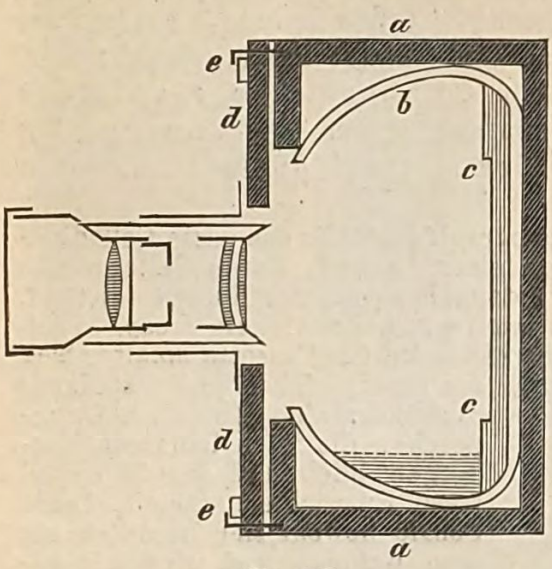


Fig. 397.

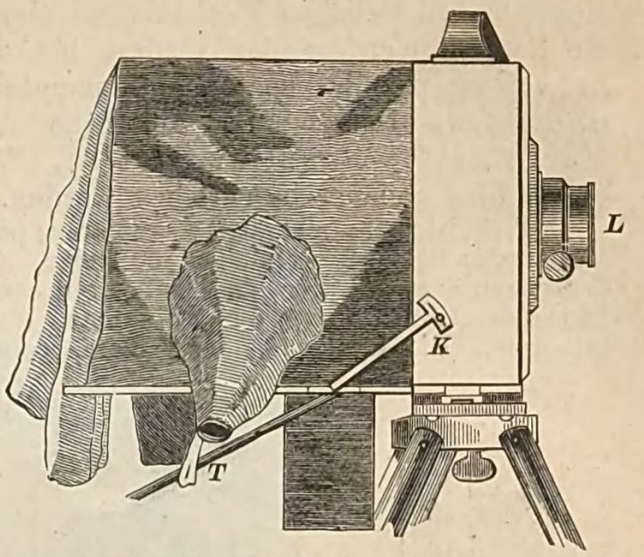


Fig. 398. Entwickelungs-Camera.

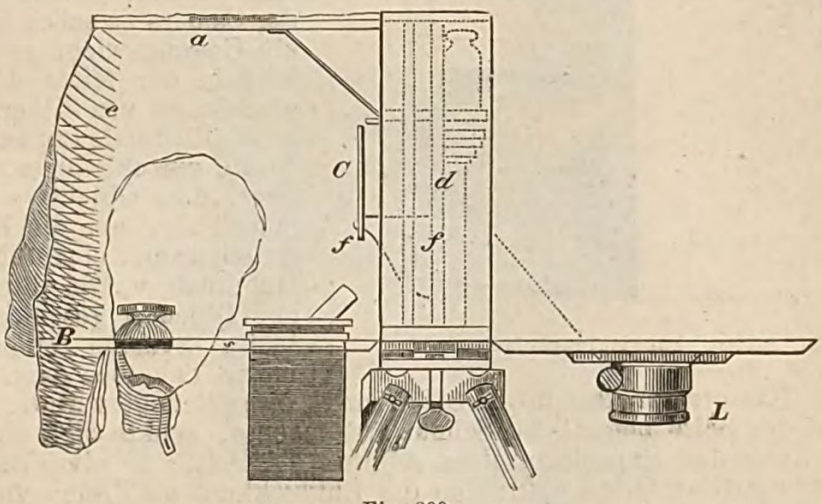


Fig. 399.
Alfieri's Entwickelungs-Camera.

wicklungskasten und die Camera sind verbunden, indem der erstere in den letzteren eingeschlossen ist. Zum Gebrauche aufgestellt hat der Apparat die in Fig. 398 angezeigte Gestalt. Wenn er geschlossen ist, so fällt der innere Rahmen (*a* Fig. 399) zurück und nimmt das Zelt mit, das Ganze wird in die Camera durch die Rückwand (*B*) gedrückt, welche, wenn der Apparat zum Gebrauche aufgestellt zum Arbeitstische wird, an dem Taschen für Collodion etc. angebracht sind; ein Metallstab (*K* Fig. 398) dient das Ganze feststehend zu erhalten. — Am Rücken des Zeltes sind Augenlöcher

106) Kreutzer's Zeitschr. f. Photogr. 1860. Bd. 1, S. 225; aus Journ. London Society. Bd. 6, S. 220.

(in der Gegend *e* Fig. 399) angebracht, durch welche alle Operationen beobachtet werden können. Ein lichtdichter Vorhang, der am Zelte befestigt ist, bedeckt den Kopf des Operateurs; am Obertheil des Zeltes ist ein gelbes Fenster angebracht. — Die Vorderseite kann niedergelassen werden; in's Innere der Camera werden die Utensilien gepackt.

Titus Albites construirte 1859 einen Apparat, bei welchem Steh-Cuvetten in directer Verbindung mit der Camera standen, in welcher die Platte durch einen eigenthümlichen Mechanismus eingesenkt werden konnte, so dass sie die Camera nicht wieder verliess bis das Bild darauf hervorgebracht war. Er verbesserte ihn später und nannte ihn „Laboratoire révélateur photographique“ [107]). Aehnliche Apparate gaben an: Burgue [108]), Marinier [109]), Sabatier Blot [110]), Weiske [111]) und Andere, von denen einige hier genauer beschrieben werden.

T. Albites' „Laboratoire révélateur photographique“ (für das nasse Collodion-Verfahren) bestand, wie Fig. 400 zeigt, aus einer Camera, deren Seitenwände derart verlängert waren, dass unten ein etwa doppelt so grosser Kasten entstand. Die obere Hälfte diente zur Aufnahme, die untere zum Entwickeln (resp. Sensibilisiren). Die Rückwand der Camera, welche die Rolle der Cassette spielte, trug am unteren Theil und fest damit verbunden eine Schale von Guttapercha, die im Arbeitsraum verborgen blieb und das Silberbad (resp. Entwickler) enthielt. Diese Schale bewegt sich natürlich mit dem Rahmen und wird bei seinem Weiterschieben mitgeführt. Eine Schnur, welche an der Seite der Camera zu sehen ist und durch ein Gegengewicht gehalten wird, hält in der Mitte des Rahmens eine Zange von Silber, um die zu sensibilisirende (zu entwickelnde) Platte einzuklemmen. Voran und unter dem Objective befand sich eine Thür, um die Hand in den Arbeitsraum einzuführen. Beim Gebrauch wurde die Thür unter dem Objectiv geschlossen, auf die matte Scheibe eingestellt, die matte Scheibe dann durch das collodionirte Glas ersetzt, das in die Silberzange eingeklemmt wurde. Indem man dann die an der Seite befindliche Schnur frei machte, senkte sich die Platte in's Silberbad. Nach der Exposition liess Albites die Platte in eine Entwicklungstasse aus gelbem Glas fallen und nahm die Entwicklung im Freien vor.

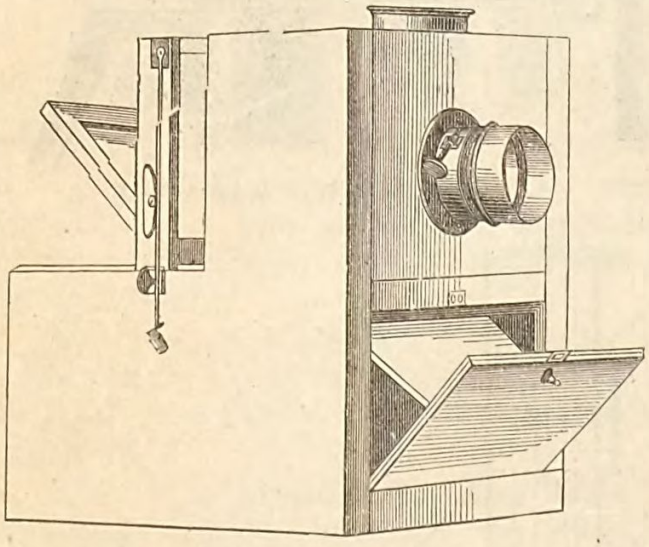


Fig. 400. Albites' Entwicklungs-Camera.

C. G. Anthoni's [113]) tragbaren photographischen Apparat zum Arbeiten mit nassem Collodion im Freien, zeigt Fig. 401 bis 403. Fig. 400 ist ein verticaler Durchschnitt: *a* Camera; *b* Blasebalg; *c* Oeffnung für das Objectiv; *d* der Rahmen, welcher den Trog hält; *f* der Schirm, welcher das Licht absperrt, er wird mittelst der Schleife *g* zugezogen; *h* gelbes Glas; *iii* Haken von Horn, an zwei Spindeln *j* befestigt, sie dienen zum Tragen der Glasplatte; *p* collodionirte Platte; *q* Führer

107) Bull. Soc. franç. Phot. 1863. S. 160.
108) Bull. Soc. franç. Phot. 1864. S. 34.
109) Bull. Soc. franç. Phot. 1863. S. 162.
110) Bull. Soc. franç. Phot. 1863. S. 213. Phot. Arch. 1864. S. 306. Daselbst Abbildung des Apparates.
111) Phot. Arch. 1864. S. 418. Weiske benutzte dasselbe Princip wie Blot; er gab genau die Construction der Cuvetten mit Figuren an.
112) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 23.
113) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 211 und Bd. 4, S. 198.

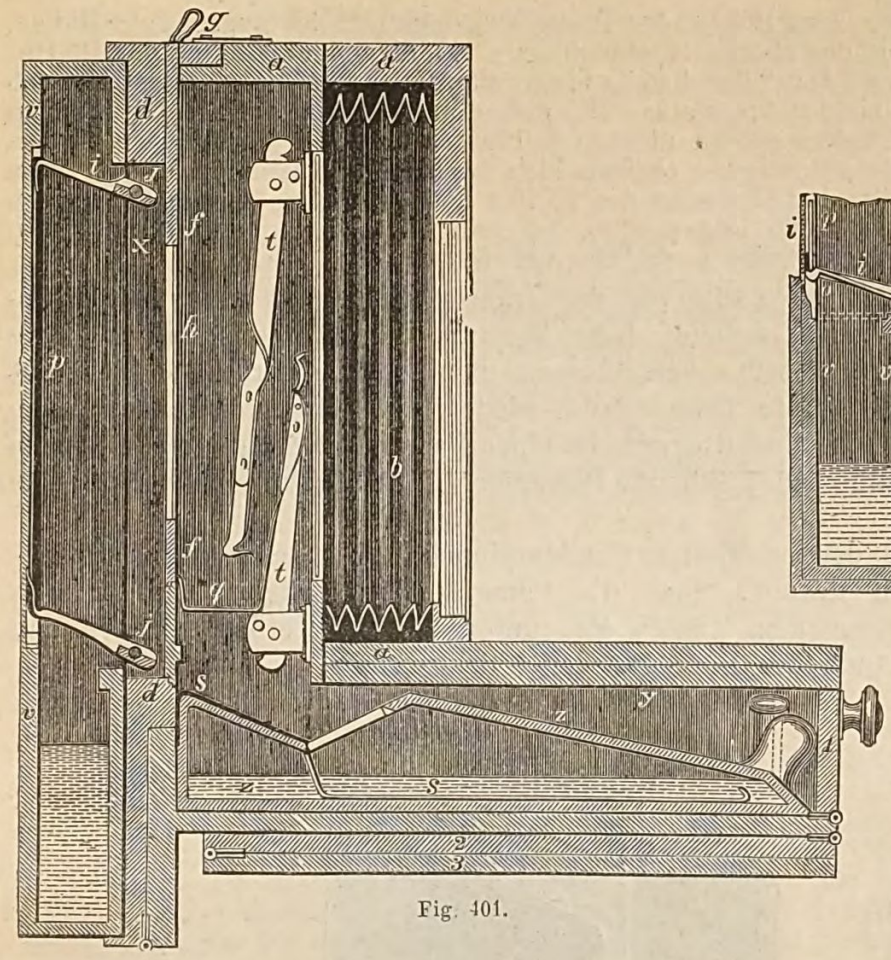


Fig. 401.

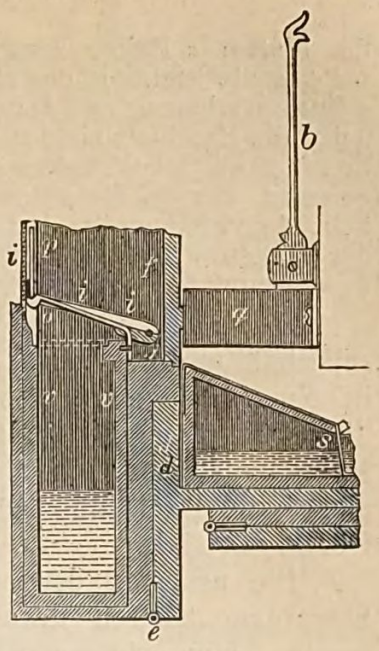


Fig. 402.

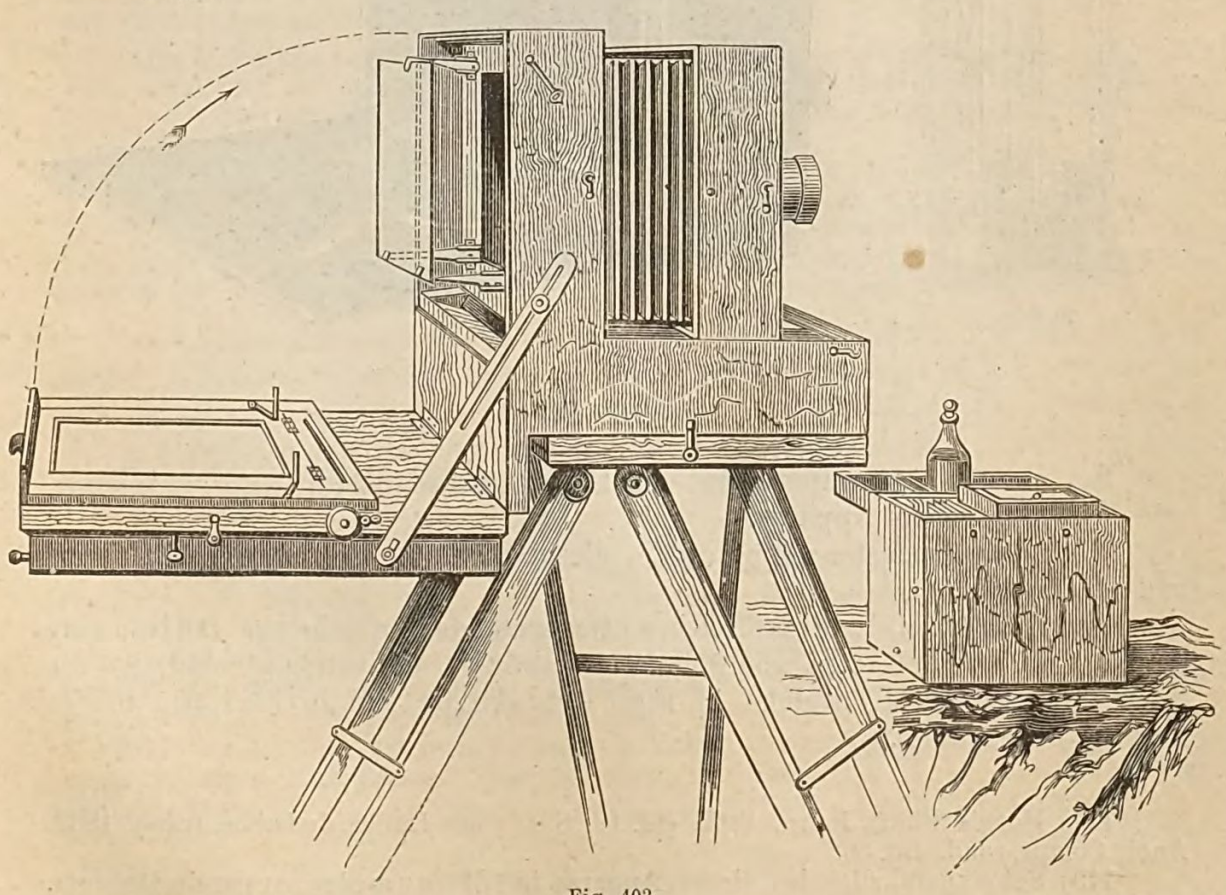


Fig. 403.
Anthoni's Entwicklungs-Camera.

der Platte; *s* Haken zum Heben der Platte aus dem Entwicklungsbad; *t* Haken, welche die Stellung der Haken *ii* einnehmen; sie dienen als Halter der Platte; *v* Guttaperchatrog mit dem Silberbad; *z* ein zweiter Trog aus Guttapercha. Fig. 403 zeigt die Handhabung des Apparates. Die collodionirte Platte wird in den Rahmen des rückwärtigen Theiles gelegt, dieser geschlossen und nun der Rahmen niedergelassen. Durch diese Bewegung ergiesst sich das Silberbad über die Platte. Man hebt den Rahmen in der Richtung des Pfeiles und belichtet. Durch Drehen an den Haken wird die Platte losgemacht, sie gleitet durch ihre eigene Schwere in das Eisenvitriolbad, dann wird gewaschen und fixirt.

De Poilly zeigte 1862 vor der französischen photographischen Gesellschaft einen Apparat, welcher darin bestand, dass die collodionirte Platte in eine Tasse gelegt, selbe verschlossen und geneigt wurde, so dass das Silberbad über die Platte floss; dann wieder die Flüssigkeit durch einen Hahn abgelassen, eine Cassette mittelst eines Falzes aufgeschoben, in welche die Platte durch eine entsprechende Bewegung glitt. Aehnlich geschah das Hervorrufen [114]).

Die neuesten der erwähnten Combinationen von Camera und Entwicklungsraum basiren darauf, dass die Camera als Dunkelzelt hergerichtet werden kann, in welchem Tassen etc. untergebracht werden konnten und wenigstens die Hände des Photographen hineinreichten.

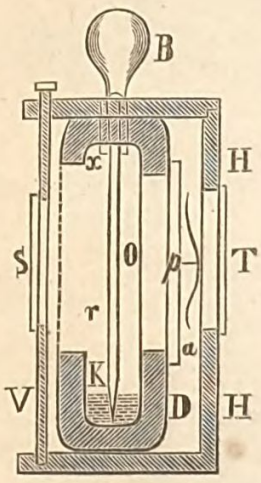


Fig. 404.

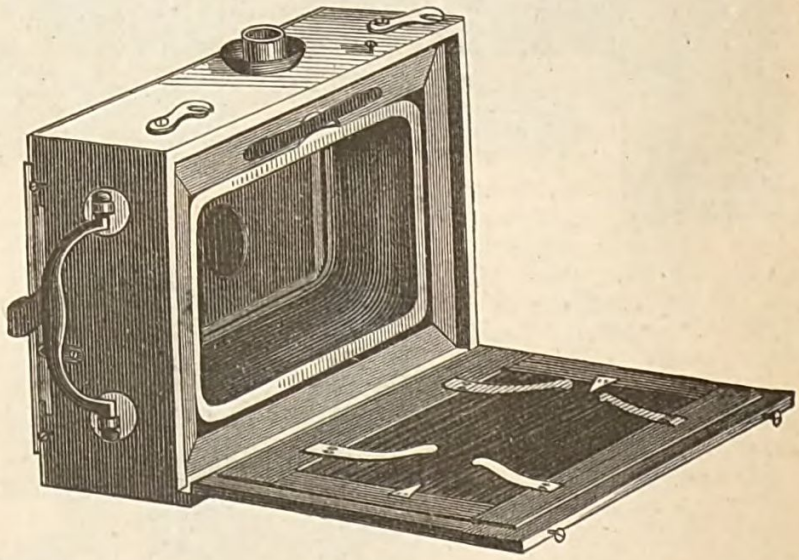


Fig. 405.
Dubroni's Apparat.

Bei einigen Apparaten dient die Camera selbst als Entwicklungs-Tasse, wie beim Jule'schen Apparat.

Die vollkommensten Apparate in dieser Richtung rühren von Dubroni und Stein her [115]).

Den Haupttheil der zahlreichen Gegenstände, welche in Dubroni's Apparat in einem Kasten von $25 \times 27^1/_2 \times 53^1/_2$ cm vereinigt sind, ist die Entwicklungscassette, welche in Fig. 404 skizzirt und in Fig. 405 in der Ansicht gegeben ist.

114) Horn's Phot. Journ. 1862. Bd. 19, S. 14; aus Bullet. de la Soc. franç. 1862. Auch Compt. rend. Bd. 56.

115) Sehr ausführlich ist dieser Apparat in Villaume's „Appareil Dubroni. Traité spécial de Photograhie". Paris. 1875 beschrieben.

Statt des Stein'schen Einlegerahmens von Hartgummi findet sich hier eine Art Cuvette aus Porzellan *D* fest in die Cassette eingefügt; diese Cuvette, welche eigentlich auch nicht viel mehr als ein Rahmen ist, ist nach der Objectivseite *V* hin sowohl als auch nach der Hinterseite *HH* hin offen. Die hintere Oeffnung *O* ist nur ein wenig kleiner als die collodionirte Platte *p* und an der Rückseite ist der Rand dieser Oeffnung eben geschliffen, so dass ohne Hülfe von Kautschuk die collodionirte Spiegelplatte *P* sehr fest angelegt werden kann. (Die feste Anlage ist Bedingung, denn erst wenn diese bewerkstelligt, leisten die drückenden Federn *a* des hinten aufzubringenden Deckels *H* ihren Dienst.) Dieses Anlegen der Collodionplatte kann auch erfolgen, wenn sich bereits Silberlösung in dem unteren Theile der Cüvette *D* befindet, ebenfalls ein Vortheil. Ist der hintere Schieber *H* und der vordere *V* geschlossen; so kippt man den Apparat so, dass er auf *H* liegt, und die Sensibilisation vollzieht sich. Man kann an- nehmen, dass dieselbe unter Bewegen in drei Minuten vollendet sei, und hat dann nur nöthig, den Apparat wieder senkrecht zu stellen (Nachsehen ist in der Regel nicht erforderlich). Nun führt man den Sauger *B* durch das lichtdichte Ventil *x* in den Apparat. Derselbe saugt (wenn die Luft voraus aus dem Kautschukbeutel *B* ausgedrückt worden) die Silberlösung in *K* rasch auf und nach dem Herausziehen der Röhre *B* schliesst sich das Ventil *x* von selbt. Jetzt kann die Belichtung beginnen.

Die scharfe Einstellung besorgt man an der Camera in gewöhnlicher Weise. Es dient dazu ein besonderer Rückentheil, d. i. ein Holzrahmen mit matter Scheibe, der in seiner Breite genau mit der hier abgebildeten Cassette übereinstimmt, so dass, wenn er angesetzt ist, die matte Scheibe sich eben so weit vom Objectiv befindet, als nachher die empfindliche Platte.

Dass behufs der Belichtung der Vorderschieber *V* geöffnet werden muss, versteht sich wohl von selbst. Vorder- und Hinterdeckel (*V* und *H*) enthalten gelbe Fenster, die mittelst Holzschieber (*S* und *T*) verschliessbar sind. Diese dienen zur Entwicklung. Behufs Anstellung derselben wird mittels eines zweiten Saugers wie *B*, der mit Entwicklerlösung gefüllt ist, die letztere durch *x* eingeführt und vorsichtig ausgedrückt, so dass sie sich in *K* ansammelt; dann kippt man behufs der Entwicklung das Ganze um, öffnet die Fensterscheiben *S* und *T* und beobachtet das Fortschreiten der Entwicklung.

Die Flüssigkeit kann nach Vollendung derselben wieder ausgesaugt werden; doch kann man sie auch darin lassen, den Apparat öffnen und die Platte abnehmen, denn nachdem der Entwickler sich erschöpft hat, kann solche ohne Gefahr dem Lichte ausgesetzt und weiter verarbeitet werden.

Ein Hauptpunkt bei diesem Apparat ist nun die Reinigung. Nur durch diese ist das Anfertigen einer ferneren Platte möglich. Man schraubt das Ventil x heraus und trocknet den innen überall rund gearbeiteten Porzellanrahmen mit Fliesspapier, was leicht und rasch gethan ist und den Apparat so gründlich reinigt, dass er mit vollkommenem Erfolg von Neuem benutzt werden kann.

S. Th. Stein verbesserte den Dubroni'schen Apparat, der den für das nasse Collodion-Verfahren grossen Uebelstand hatte, dass sich Spritzflecken auf der Platte zeigten, die Reinhaltung der Gummiballen etc. sehr schwer fiel und deshalb nur wenige Platten hintereinander fleckenlos erzeugt werden konnten, wollte man nicht den ganzen Apparat gründlich reinigen.

Stein nannte seinen Apparat „Heliopictor“ [116] [117].

Stein's Heliopictor besteht aus einer Camera und einer 3 bis 5 cm tiefen Cassette. In Fig. 406 sehen wir den Apparat mit eingeschobener Cassette, in Fig. 407 die Cassette von der einen Seite, in Fig. 410 die Cassette von der entgegengesetzten Seite veranschaulicht [117]. Der Schieber der Cassette ist durch eine farbige, braungelbe oder rothe (*h*) Scheibe zum Theil gefenstert. Die Tiefe der Cassette richtet sich nach der Grösse des Objectivs und der Camera. Je grösser das Bild werden soll, desto tiefer muss die Cassette sein, jedoch ist für die grössten, meist üblichen Aufnahmen (ganze Platten) die Tiefe von 4 bis 5 cm nicht zu überschreiten.

116) Phot. Corresp. 1872. Bd. 10, S. 163.
117) Stein, Das Licht. 1877. S. 144.

In der Cassette sitzt ein zum Herausnehmen eingerichteter Glasrahmen (*vvvv*) Fig. 408, der auch von asphaltirtem Holze, Hart-Kautschuk oder Papiermasse gearbeitet sein kann und dessen hintere Seite durch eine aufsteigende Wand (*b*) zum vierten Theile gedeckt ist. Auf der nach dem Deckel der Cassette befindlichen Seite ist der Rahmen glatt geschliffen, um von einer aufzulegenden mattirten, eingepassten Spiegelscheibe gedeckt zu werden. Zwischen Scheibe und Rahmen wird eine „Dichtung“ von weichem, vulcanisirtem Kautschuk eingelegt. Liegt

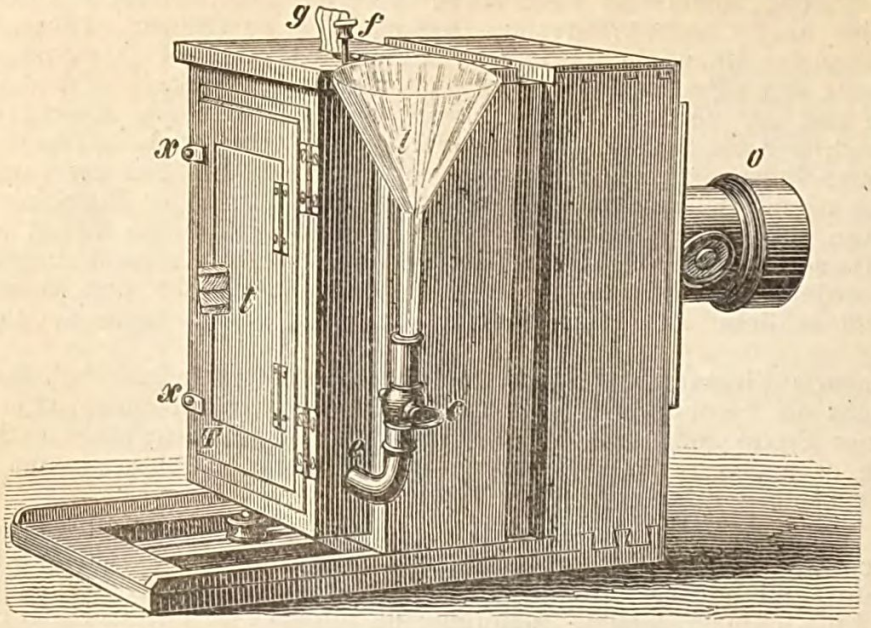


Fig. 406. Stein's Camera zum Heliopictor.

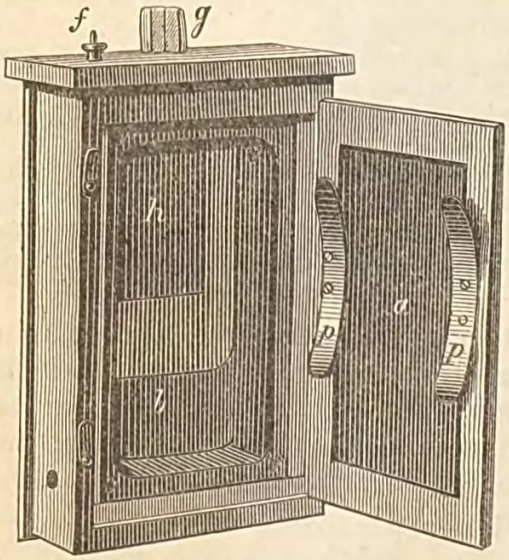


Fig. 407. Cassette zum Heliopictor.

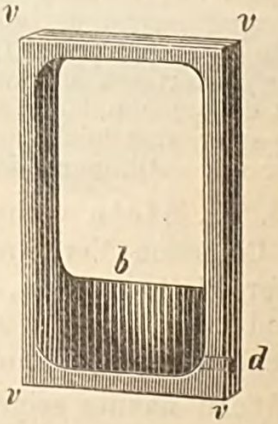


Fig. 408. Einsatzcuvette zum Heliopictor.

die matte Visirscheibe auf dem Rahmen auf, an welchen sie durch eine seitliche Feder festgedrückt wird, so stellt man das Bild ein, nimmt alsdann die Scheibe von dem Gummirande ab, um solche, wie aus den später zu schildernden Operationen ersichtlich sein wird, mit der Negativ-Platte zu vertauschen. Bei Anwendung eines gläsernen gegossenen Rahmens, dessen Ränder spiegelglatt geschliffen sind, ist infolge der Adhäsion eine Gummidichtung überflüssig. Die collodionirte Spiegelplatte, welche das Negativ tragen soll, wird durch die kräftigen Federn des Cassettendeckels (*pp*).Fig. 407 mittels der Riegel (*xxxx*) Fig. 411 auf die Gummidichtung oder die Glasränder angepresst, so dass ein vollkommen hermetischer Verschluss entsteht; die Wanne zum Silberbade, dessen

Boden die mit Jodsilber zu imprägnirende Scheibe selbst bildet, ist alsdann vollendet. Diese Wanne gleicht nun einer zum vierten Theile gedeckten Schale. Um die Silberlösung in den Apparat zu bringen, befindet sich seitlich eine runde Oeffnung (*e*) Fig. 411, welche einem verhältnissmässigen Ausschnitt (*d*) Fig. 408 im Einsatzrahmen genau entspricht. Durch einen in der Cassettenwand befindlichen Schieber *f* Fig. 407 und 410 ist diese Bohrung verschliessbar. Der Schieber wird durch eine Feder stets nach unten gedrückt und bei *f* in die Höhe gezogen. In die Oeffnung *de* passt genau eine rechtwinklig gebogene Röhre mit Hahn (*c*), auf welche ein Glastrichter *l* aufgesteckt ist, dessen Grösse dem Raume bei *b* zu

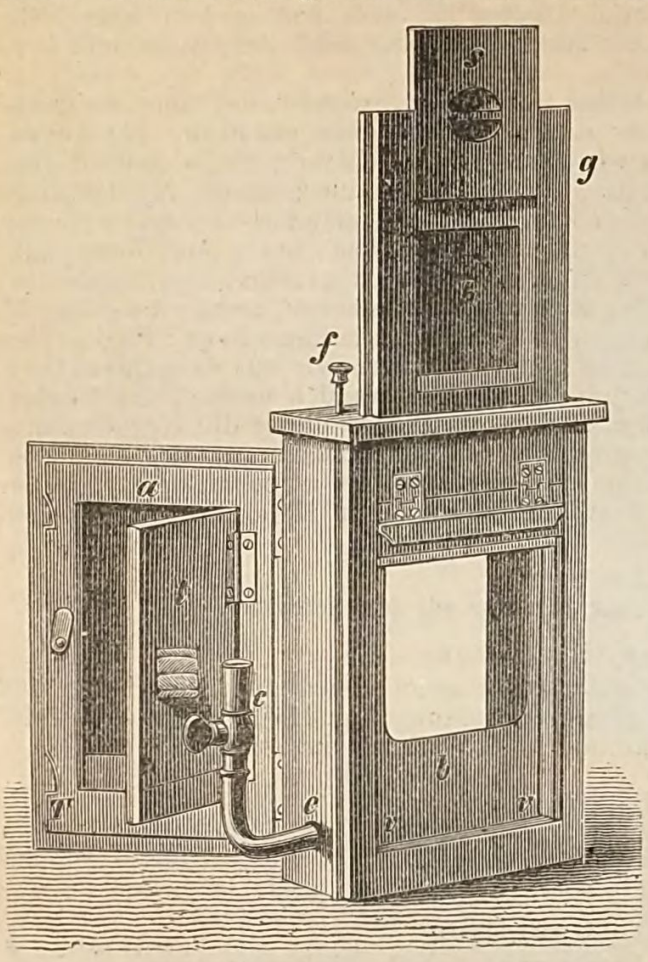


Fig. 410. Heliopictor (Gesammtansicht).

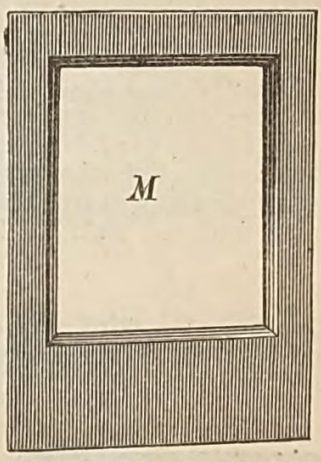


Fig. 409. Matte Scheibe zum Heliopictor.

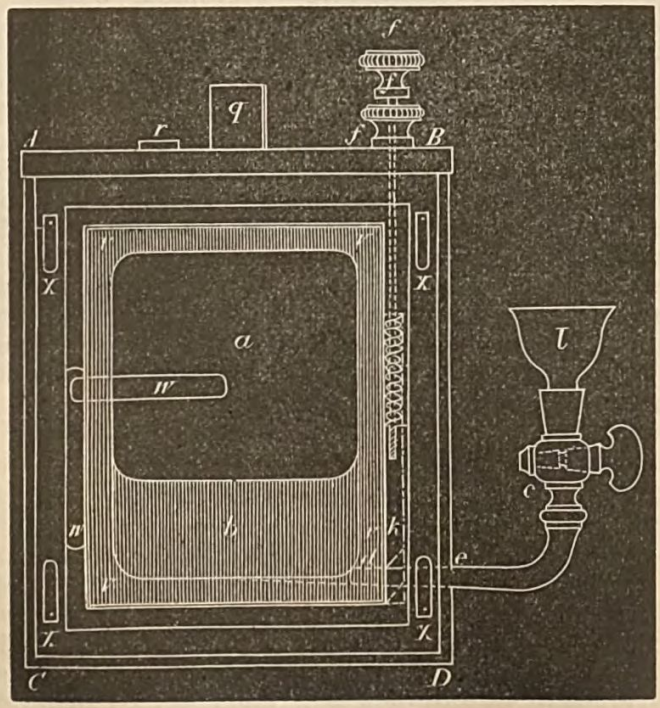


Fig. 411. Heliopictor (Längsschnitt).

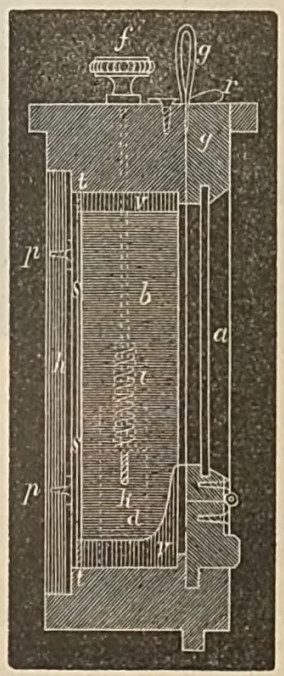


Fig. 412. Heliopictor (Querschnitt).

entsprechen hat; je mehr Flüssigkeit der durch die Negativplatte und den Rahmen gebildete Hohlraum *b* fasst, d. h. je grösser der Apparat ist, desto grösser muss der Trichter sein. — Für die kleinten Platten (25 qcm) soll er 10 Gramm, für grosse Platten 100 Gramm Flüssigkeit fassen, entsprechend dem Hohlraum *b* in unseren Figuren.

Befindet sich die Röhre *ecl* in der Oeffnung *e*, so wird der sehr elastische Schieber *f* durch den Widerstand der Röhre *ec* nach oben gehalten. Im Augenblicke, wo die Röhre herausgezogen wird, klappt der Schieber, ehe noch die Röhre die Wand des Apparates verlassen hat, herunter und die Oeffnung ist lichtdicht verschlossen. Bei *g* befindet sich eine Schleife zum Aufziehen des gefensterten Schiebers *h*, bei *r* ein Riegel zum Verschliessen desselben, bei *w* eine Feder zum Festhalten der Visirscheibe. Letztere kann, wie bei den gewöhnlichen Apparaten, durch einen eigenen Holzrahmen (Fig. 409) mit eingelassener, matter Scheibe, *M*, ersetzt werden. Stein betont besonders, dass der Einsatzrahmen *vvvv* Fig. 408 bei *b* keinen Trog enthält, wie man glauben könnte, sondern wie aus dem Querschnitt Fig. 407 und 412 ersichtlich ist, nur eine feste Rückwand *b* besitzt, die Vorderwand des bei jeder Aufnahme erst entstehenden Troges bildet die Negativplatte selbst; *ss* in Fig. 412 ist die Negativplatte, *tt* der Auflagerand des Rahmens, *v*, *v* oberer und unterer Rand des Rahmens und unten, bei *v* rechts, das Stück der hinteren aufsteigenden Holz- oder Glaswand, bis zu deren Höhe die Flüssigkeiten eingelassen werden dürfen.

Gang einer photographischen Aufnahme mit dem Heliopictor.

Erste Operation.

Eine matte Scheibe wird mittels der Feder *w* auf den Rahmen *vvvv* Fig. 408 aufgelegt, oder die betreffende besondere Vorrichtung Fig. 411 in die Camera eingeschoben und das Bild in der bekannten Weise scharf eingestellt.

Zweite Operation.

Die Cassette wird von der Camera weggenommen, die matte Scheibe herausgezogen und bei Seite gelegt.

Dritte Operation.

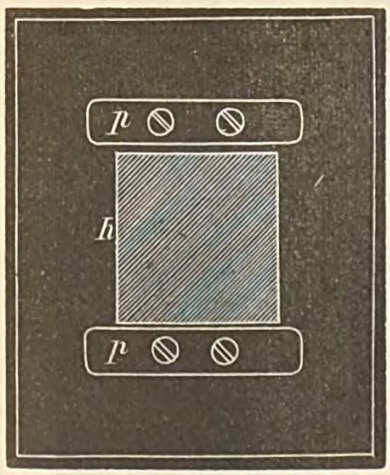


Fig. 413. Deckel.

Eine gereinigte Spiegelglasplatte von geeigneter Grösse wird in Wasser getaucht und mit einer Albuminlösung (destillirtes Wasser 800 g, frisch geschlagenes Eiweiss 25 g, Eisessigsäure 10 Tropfen, Jodkalium 0,50 g) übergossen und getrocknet. Es ist gut, wenn man sich derartig albuminirte getrocknete Platten im Vorrath anfertigt. Eine solche wird mit Jodcollodion gleichmässig übergossen. Das überfliessende Collodion lässt man an einer Ecke wieder in die Vorrathsflasche zurückfliessen. Sobald das Collodion an der unteren Ecke sich butterweich anfühlt, wird die Platte mit der collodionirten Seite auf den Rahmen (Fig. 408) aufgelegt und mittelst des Deckels *h* und der Federn *pp* (Fig. 412) durch Vorschieben der vier kleinen Riegel *xxxx* (Fig. 411) fest auf den abgeschliffenen Rand des Rahmens oder die Gummidichtung aufgepresst, auf diese Weise die Cassette geschlossen und senkrecht gestellt.

Vierte Operation.

Das Trichterrohr *lce* wird mit geschlossenen Hähnen in die Oeffnung *ed* eingeschoben, nachdem der federnde Schieber *k* bei *f* emporgezogen wurde. In den Trichter *l* wird (mittelst eines passenden Massgefässes) so viel salpetersaure Silberlösung (1 arg. nitr. 10 aq. dest. 1 Tropfen acid. nitr.) eingegossen, als der Hohlraum bei *b* fassen kann, was durch die grosse gelbe oder rothe Scheibe *h* genau controlirt wird. Die Scheibe kann auch während dieser Procedur in die Höhe gezogen sein. Nachdem der Trichter gefüllt ist, wird der Hahn geöffnet, damit die Flüssigkeit in den Hohlraum bei *b* einlaufe. Rothe Scheiben (dunkles Carmoisinroth) sind zu bezüglicher Verwendung günstiger als dunkelgelbe, da letztere, wenn sie

die Lichtwirkung vollkommen abzuschliessen geeignet sein sollen, meist zu dunkel für den Durchblick bei der Hervorrufung des Bildes sein würden. — Die zu verwendenden Scheiben werden am besten auf ihre Brauchbarkeit für die automatische Cassette dadurch geprüft, dass man unter denselben einige Stunden lang, mittels einfachen Einlegens in den Copirrahmen, lichtempfindliches Papier belichtet. Es wird sich alsdann herausstellen, dass selbst ziemlich durchsichtiges rothes Glas fast keine Nachdunkelung des Papieres zulässt, während durch orangegelbes Glas von demselben Durchsichtigkeitsgrad eine merkliche Bräunung des Papieres veranlasst wird. Ist die Scheibe wieder herabgesenkt, so wird der Hahn *l* geschlossen und die Cassette sanft umgelegt, so dass die grosse gelbe Scheibe nach oben steht und die Silberlösung auf einmal über die collodionirte Glasscheibe fliesst. Durch Auf- und Abbewegen der Cassette befördert man die Bildung der weissen Jodsilberschicht, deren Gleichmässigkeit man nach circa zwei Minuten erreicht hat. Jede Thätigkeit wird durch die grosse farbige Scheibe *h* controlirt. Sobald die Flüssigkeit nicht mehr streifig abfliesst, stellt man den Apparat wieder senkrecht, dreht das Rohr *mce* nach unten, öffnet den Hahn, die Silberlösung wird bis zum letzten Tropfen bei *m* (Fig. 414) ausfliessen und kann in die Vorrathsflasche sofort durch ein Filter zurücklaufen. Ist dies geschehen, so zieht man das Rohr nebst Hahn heraus und der Schieber *k* wird momentan durch Druck der Feder *i* die Oeffnung *d* lichtdicht verschliessen. Man ziehe niemals das Trichterrohr aus dem Apparate, so lange noch Flüssigkeit in demselben sich befindet, da die Klappe *k* nur den Zweck eines lichtdichten Verschlusses hat und der Flüssigkeitsabfluss stets durch die Röhre *ecm* selbst zu geschehen hat.

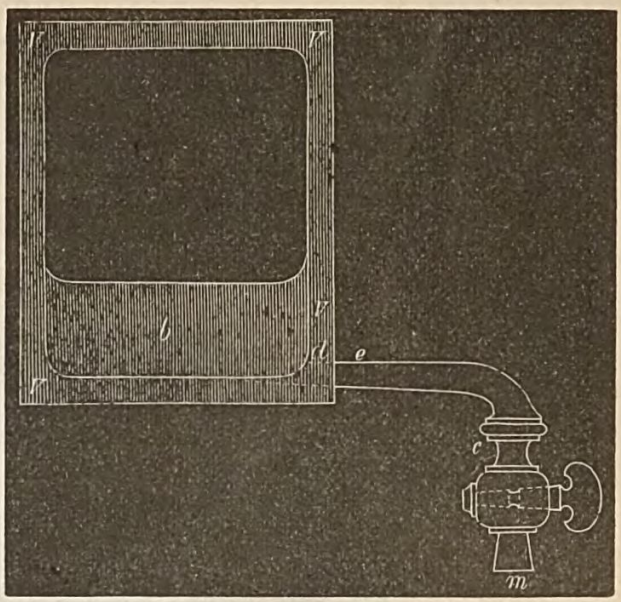


Fig. 414. Heliopictor-Cuvette mit Ausflussrohr.

Fünfte Operation.

Man schiebe nun die Cassette wiederum in die Camera, öffne den Riegel *r* und ziehe den mit der farbigen Scheibe versehenen Schieber *g* bei *q* in die Höhe, öffne den Deckel des Objectivs und exponire je nach Bedarf.

Sechste Operation.

Ist genügend exponirt, so schliesse man den Deckel des Objectives, senke den Schieber *g* herab, schliesse den Riegel *v*, nehme die Cassette heraus und füge eine zweite mit Hahn und Trichter versehene Röhre zum Zweck der Entwicklung des Bildes bei *e* in den Apparat, indem man in demselben Augenblicke die Feder *i* bei *f* in die Höhe zieht, um das Rohr *e* bei *d* in den Rahmen *vv* einzuschieben. Nun öffnet man den Hahn und giesst durch den zweiten Trichter die Entwicklungsflüssigkeit (z. B. Pyrogallussäure oder schwefelsaure Eisenoxydullösung) auf gleiche Weise wie die Silberlösung in den Apparat. Man legt nun den Apparat sanft horizontal, sodass die Entwicklungsflüssigkeit mit einem Male über die Platte fliesst und controlirt wiederum durch die grosse Scheibe, indem man das Licht durch die gegenüberliegende, in den Deckel eingelassene kleine rothe Scheibe *h* (Fig. 413) nach Aufziehen des betreffenden kleinen Schiebers, welcher die Scheibe deckt, durchtreten lässt. Ist genügend entwickelt, so stellt man den Apparat wieder senkrecht und lässt nach Umdrehung der Röhre die Entwicklungsflüssigkeit bei *m* abfliessen. Hierauf dreht man den Hahn wieder nach oben, giest genügend Wasser zur Reinigung der Platte in den Trichter und verfährt auf analoge Weise mit dem Ausfliessenlassen des Wassers. Auch kann man das Bild, wenn erwünscht, auf gleiche Weise verstärken.

Fig. 415. Querschnitt der Cuvette.

Siebente Operation.

Nun drehe man die Cassette herum, öffne die vier Riegel bei *xxxx* und nehme die Platte heraus, um sie nochmals zu waschen, mit unterschwefligsaurem Natron zu fixiren, zu wärmen und zu lackiren.

Achte Operation.

Sobald die Platte von dem Rahmen abgenommen ist, nehme man letzteren (Fig. 408) aus dem Apparat und lege ihn in reines Wasser, um ihn zu säubern. Letztere Operation ist sehr einfach, da der Rahmen nur abgerundete Winkel und glatt ausgehöhlte Ecken hat. Man trockne den Rahmen und setze ihn wieder in den Apparat, um eine weitere Aufnahme vornehmen zu können. Jedem Apparat sind zwei Einsatzrahmen zum Abwechseln beigegeben.

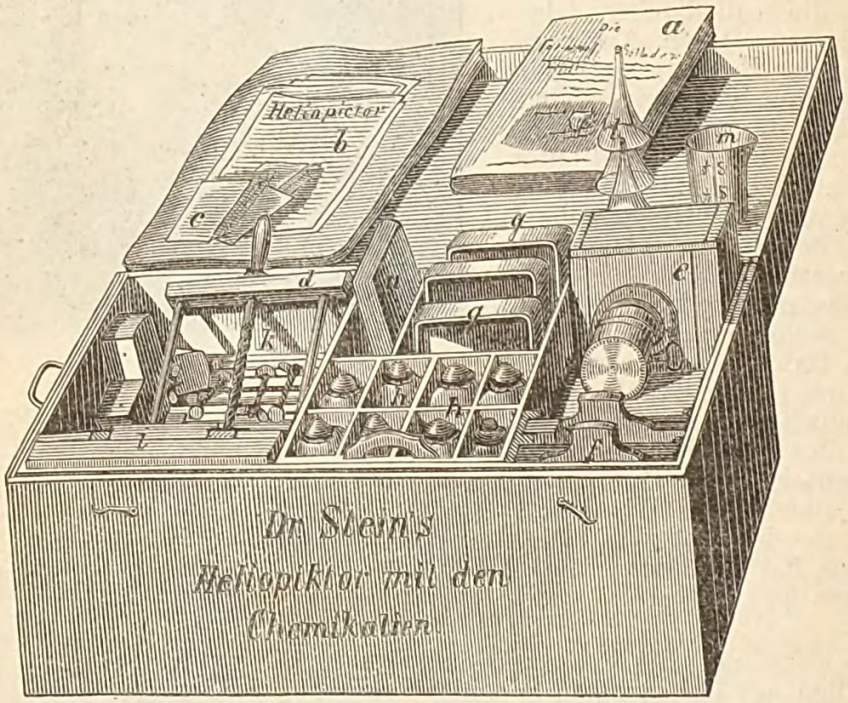


Fig. 416. Heliopictorkasten mit Chemicalien.

Was den Copirprocess und die anzuwendenden Chemicalien anbelangt, so werden dieselben Methoden, wie wir sie in den vorangegangenen Capiteln geschildert, benutzt. Der Kasten ist in Fig. 416 ersichtlich; er enthält die Camera (*e*), die heliopictorische Cassette (*f*), Putzbrett (*d*), Copirrahmen (*k*), Schalen (*g*), Messgefäss (*m*), einen Kasten mit präparirten lichtempfindlichen Papieren (*i*), verschiedene Trichter (*l*), die Chemicalien (*h*), Carton zum Aufkleben (*c*), genaue Beschreibung der photographischen Processe im Allgemeinen (*a*) und genaue Anweisung zum Gebrauche des Heliopictor (*b*).

Die hauptsächlichen Vorzüge des beschriebenen Apparates bestehen erstens in dessen einfacher Handhabung überhaupt, zweitens in der Entbehrlichkeit eines Dunkelzimmers und drittens in der leichten Transportabilität der gesammten zur Photographie nothwendigen Utensilien.

Mittels eines Trichters werden die Chemicalien in den photographischen Apparat eingefüllt; dieselben fliessen nach der Benutzung durch eine gebogene Röhre in die Aufbewahrungsflaschen wieder zurück; Präparirung, Entwicklung und Fixirung der Platte geschehen bei heller Tagesbeleuchtung unter Controle des beobachtenden Auges, so dass der Erfolg oder das Misslingen einer Operation sofort entschieden werden kann.

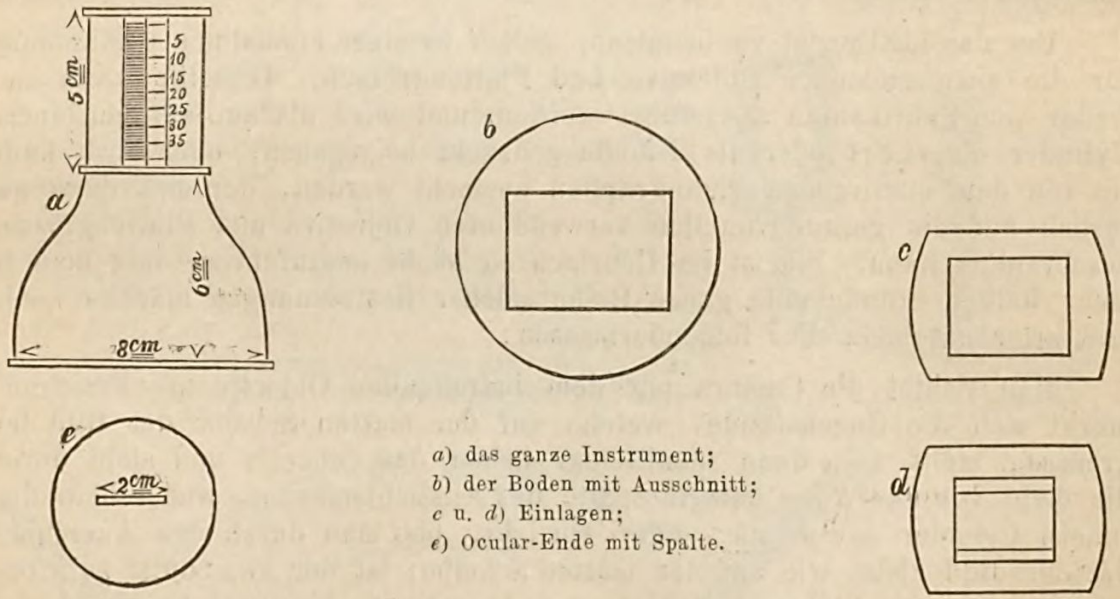
XIV. Das Iconometer.

Das Iconometer oder der Bildmesser dient dem reisenden Photographen dazu, unter mehreren sich darbietenden Standpunkten den geeignetsten auszuwählen, ohne dass er nöthig hat, die unbehilfliche Camera mehrmals vergeblich aufzustellen; es gibt ihm ferner die zu einer bestimmten Aufnahme nöthige Grösse des Glases.

Das Iconometer[118]) in seiner ursprünglichen Gestalt ist eine kleine Camera obscura, ähnlich dem Theaterperspectiv, erfunden von dem Maler und Photographen Ziegler in Paris im Jahre 1854[119]).

An dem einen Ende des Instrumentes befindet sich ein Objectiv, am anderen Ende das matte Glas, welches auf einer Scala im verjüngten Massstabe die Verhältnisse der Höhe und Breite der eigentlichen Camera enthält.

Taupenot gab einen Weg an, sich einen „photographischen Sucher" („Chercheur photographique") selbst zu construiren. Man nimmt einen grossen Kork von 3 bis 4 cm Durchmesser, den man auf der einen Seite mit einem kreisförmigen Loche versieht; auf der anderen Seite besitzt es eine rechtwinklige Oeffnung, deren Seiten dasselbe Verhältniss zu einander



a) das ganze Instrument;
b) der Boden mit Ausschnitt;
c u. *d*) Einlagen;
e) Ocular-Ende mit Spalte.

Fig. 417. Iconometer.

haben, wie die Seiten der matten Scheibe der Camera. Stellt man nun die Camera vor eine Façade, so beobachtet man die Grenzen des Theiles, welcher auf dem matten Glase sich darstellt. Man betrachtet dann den nämlichen Theil, indem man die Oeffnung des Suchers an das Auge bringt. Man wird finden, dass das so begrenzte Gssichtsfeld nicht alles das umfasst, was auf dem matten Glase enthalten ist. Man verkürzt den Kork ein wenig auf der kreisförmigen Seite und betrachtet von Neuem, indem man immer das Rohr genau an das Auge bringt. Das Gesichtsfeld wird sich nun erweitern. Diese Operation wird, wenn nöthig, wiederholt. Hat man mehrere Objective, so

118) Phot. Journ. 1854. Nr. 11. Barreswil und Davanne, Handbuch d. Photographie-Chemie. 1863. S. 384.
119) Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1855. S. 36; aus Lumière. 1854.

muss man eben so viele solcher Röhren haben. Es ist aber dann einfacher zwei Röhren von Blech oder Carton fertigen zu lassen, derart, dass man sie wie ein Fernrohr in- und auseinander schieben kann[120]).

Schnauss benutzt eine Röhre von Messing oder Carton: Das eine Ende mit einer durchlöcherten Scheibe geschlossen, welche man an das Auge hält. Das andere Ende hat eine viereckige Oeffnung. Die Länge des Instrumentes wird wie im vorigen Falle eingerichtet[121]).

Practisch ist folgende Form des Iconometers[122]):

Dasselbe besteht aus zwei ineinander verschiebbaren Cylindern, von denen der innere 5 cm, der äussere 6 cm lang ist. Der Boden des innern (das Ocular-Ende) ist mit einer Spalte von 2 cm Länge und ca. 3 cm Breite versehen, der Cylinder ist seiner ganzen Länge nach in Millimetergrade eingetheilt, welche von 5 zu 5 mit Zahlen versehen sind. Der äussere Boden hat am Fuss-Ende im Durchschnitt 3 cm Durchmesser und einen Ausschnitt so gross als der Boden gestattet in den Längen- und Breitendimensionen der gebräuchlichen Platten. Da man nun auch kleinere Ausschnitte gebraucht, so bedient man sich dazu zweier oder dreier kleiner Platten, welche entweder innen oder aussen vor dem Boden befestigt werden und solche kleinere Ausschnitte haben.

Um das Instrument zu benutzen, bedarf es einer einmaligen Bestimmung für die anzuwendenden Objective und Plattengrössen. Dieselbe kann entweder vom Fabrikanten ausgeführt werden, und wird alsdann auf den innern Cylinder eingravirt oder als Tabelle gedruckt beigegeben, oder auch kann sie von dem operirenden Photographen gemacht werden, der sich dann natürlich auf die gerade von ihm verwendbaren Objective und Plattengrössen beschränken kann. Sie ist im Uebrigen so leicht auszuführen, dass man in einer halben Stunde eine ganze Reihe solcher Bestimmungen machen kann, und zwar geschieht dies folgendermassen:

Man richtet die Camera mit dem betreffenden Objectiv in's Freie und merkt sich die Gegenstände, welche auf der matten Scheibe das Bild begrenzen, stellt sich dann unmittelbar neben das Objectiv und sieht durch die dicht vor das Auge gelegte Spalte des Aussichtsmessers, wobei man den innern Cylinder soweit aus- oder einzieht, bis man durch den Ausschnitt dasselbe Bild sieht, wie auf der matten Scheibe; ist der Ausschnitt zu gross, so legt man eine Einlage mit kleinerem Ausschnitte hinein, dann notirt man auf einer kleinen Tabelle das Objectiv, die Plattengrösse und die Zahl der Millimeter, bis zu welcher man ausziehen musste. So fährt man fort für alle verfügbaren Objective und Plattengrössen. Diese Bestimmungen dienen für alle Zeit und sind ganz untrüglich.

Will man nun für eine gegebene Entfernung wissen, welches Objectiv man angewendet hat, so kann man von dem bestimmten Standpunkte aus nach dieser Liste vermittelst Einlage und Ausziehens des Instrumentes mit Leichtigkeit das betreffende Instrument herausfinden, und umgekehrt bei freier Wahl der Aufstellung und des Objectives findet man eben so leicht die Entfernung.

120) Cosmos. Bd. 8, S. 148. Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1856. S. 147.
121) Schnauss, Katechismus der Photographie.
122) Phot. Corresp. 1873. S. 29.

Tabelle für den Aussichtsmesser.

Objectiv	Fabrikant	Platte	Füll.	mm
Doppelobjectiv von 4"	Voigtländer	Extr.	I.	2
"	"	1/1	I.	25
"	"	Cab.	II.	56
Landschaftslinse von 4"	"	Extr.	I.	42
"	"	1/1	II.	45
"	"	Cab.	III.	55
Triplet Nr. 3	Busch	0	I.	7
"	"	1/1	I.	24
"	"	Cab.	III.	11
Doppelobjectiv von 3"	Jamin d'Ar	0	I.	5
"	"	1/1	II.	11
"	"	Cab.	III.	5
Landschaftslinse von 27'''	"	0	I.	0
"	"	1/1	I.	14
"	"	Cab.	I.	28
Landschaftslinse von 21'''	"	1/1	I.	0
"	"	Cab.	I.	25

H. Barton's „Lens-Finder" ist ein Messingrahmen (Fig. 418). Die schmale Oeffnung wird vor das Auge gehalten. Der viereckige Rahmen hat dieselben Proportionen, wie die gewünschte Bildgrösse. Je nach dem Gesichtsfeldwinkel des Objectivs nähert oder entfernt man die beiden auf der Basis. Das ganze Instrument lässt sich zusammenklappen [123]).

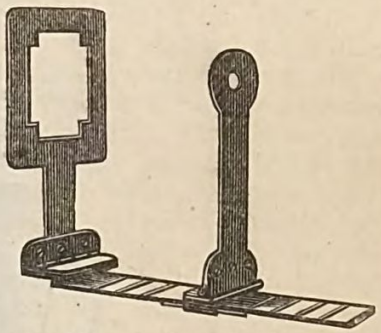


Fig. 418. Barton's Iconometer.

Wehl's „Orientirer" [124]) gibt an: 1. den Standpunkt, 2. die Wahl des Objectivs, 3. die Plattengrösse, 4. die Zeit, in welcher die Aufnahme geschehen muss.

Um dies alles bewerkstelligen zu können, ist es nothwendig, auch mit den zur Disposition stehen-

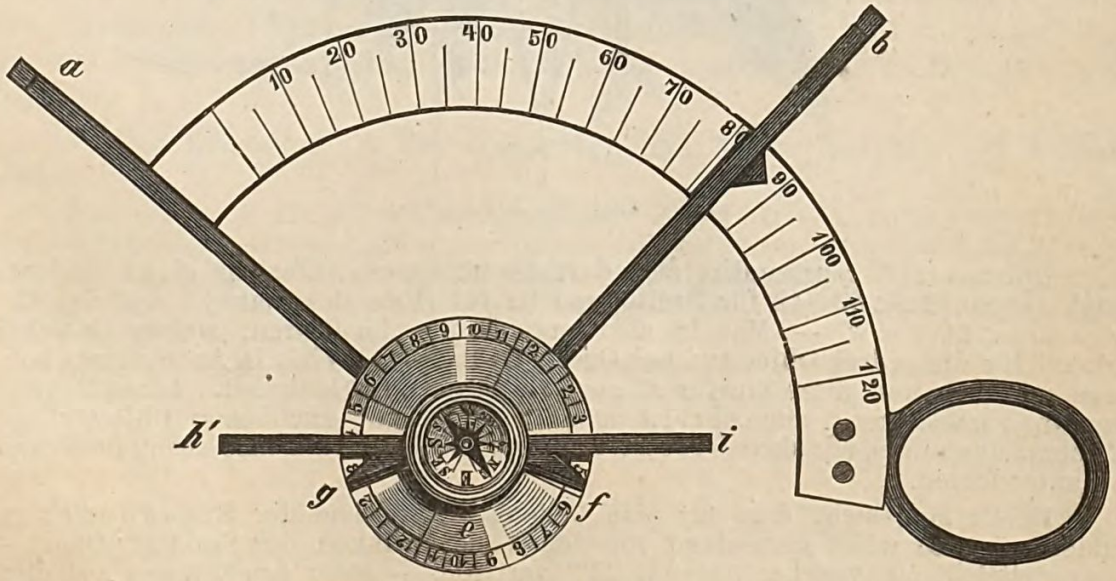


Fig. 419. Wehl's Orientirer.

123) Yearbook of Photography. 1882. S. 165.
124) Phot. Corresp. 1873. S. 209.

den Objectiven bezüglich ihres Gesichtswinkels vertraut zu sein. Nehmen wir z. B. an, dass drei Objective: Aplanat 27‴, 23‴ und 19‴ zur Verfügung stünden, welche bezüglich ihres Gesichtswinkels für Quart-, Cabinet- und Visit-Aufnahmen geprüft werden sollen, so wäre dabei wie folgt zu verfahren: Man stelle zuerst mit Aplanat 27‴ für Quartplatten auf den Horizont ein, merke genau die Punkte, mit welchen das Bild auf der Visirscheibe rechts und links abschliesst, und versuche nun vom gleichen Standpunkt aus, diese beiden Punkte mit dem Orientirer visirend, zwischen Zirkel-Oeffnung *a* und *b* zu gewinnen. Dies geschieht ganz leicht, indem man auf Schenkel *ca* und *cb* entlang visirt und den Zirkel soweit öffnet oder schliesst, bis das Objectiv mit den beiden gemerkten Punkten genau zwischen *a* und *b* zu liegen kommt oder vielmehr damit abschliesst. Hiermit wäre nun der Gesichtswinkel für Aplanat 27‴ bei Quart-Aufnahme gewonnen. Man hat nur noch nöthig, denselben bei *b* abzulesen. — In gleicher Weise wird vom gleichen Standpunkt für alle anderen Objective und Plattengrössen verfahren. Man käme dabei zu folgenden Resultaten:

	Gesichtswinkel für		
	Quart	Cabinet	Visit
Aplanat 27‴ . .	42 × 32	22 × 17	13 × 9.
Aplanat 23‴ . .	50 × 44	26 × 18	16 × 12.
Aplanat 19‴ . .	57 × 47	32 × 25	19 × 14.

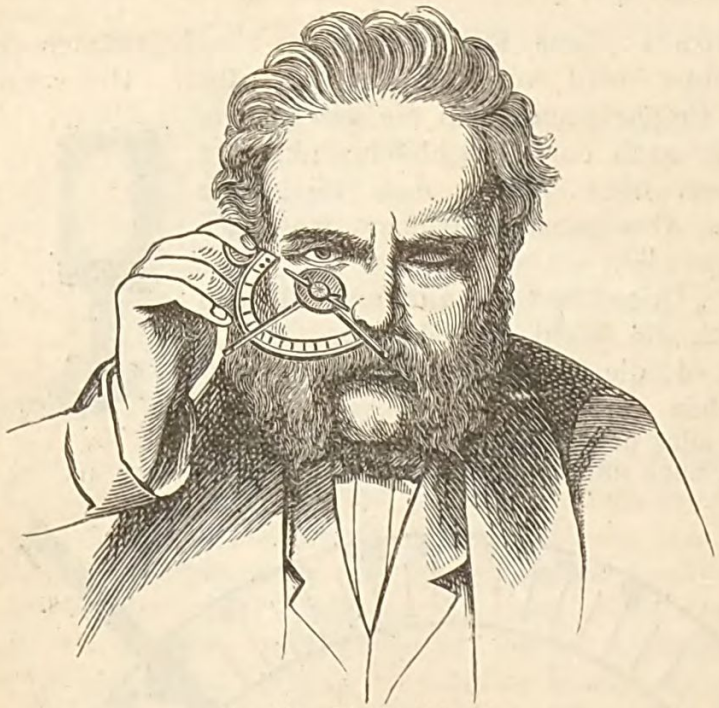


Fig. 420. Wehl's Orientirer.

Aplanat 27‴ repräsentirt also darnach für Quart-Aufnahme einen Gesichtswinkel von 42 × 32 (42 für Breite und 32 für Höhe der Platte). Aplanat 23‴ von 50 × 44 u. s. w. — Man ist also jetzt darüber im Klaren, welche Gesichtswinkel für diese drei Objective bei Quart, Cabinet und Visit in Anwendung kommen und behalten diese ein für allemal als Scala ihre Giltigkeit. Diese Prüfung musste vorausgehen; nunmehr ist man in der Lage, auch ohne Objectiv und Camera, nur allein mit dem Orientirer sich für jede Aufnahme schon im Voraus zu unterrichten.

Denkt man sich, dass für eine beliebige Aufnahme der Standpunkt zu finden wäre, so wählt man einen von den Gesichtswinkeln der Scala für Quart — also vielleicht 50 (welcher Aplanat 23‴ vertritt), — stellt den Zeiger *b* auf diese Zahl und nähert oder entfernt sich von dem aufzunehmenden Objecte so lange, bis die beiden Punkte, mit welchen man das Bild abzuschliessen gedenket, genau zwischen *a* und *b* fallen. Der Ort, wo dies geschieht, ist der Standpunkt, den man nur noch markirt, um ihn für die spätere Aufnahme wieder zu finden. Sagt

aber dieser Standpunkt nicht zu, so ist man durchaus nicht daran gebunden, da ja auch Aplanat 27‴ und 19‴ mit einem Gesichtswinkel von 42 und 57 zur Verfügung steht. — Will man es also mit diesen versuchen, so stellt man den Zeiger *b* auf 42 Grad und verfährt wie oben. Genügen aber auch diese Standpunkte nicht, so bleibt nur noch übrig, das hohe Format in Anwendung zu bringen, also: 32 — 44 — 47. — Mithin wären bei diesen drei Objectiven für eine Quart-Aufnahme sechs verschiedene Standpunkte möglich, ohne der vielen Variationen nach Rechts oder Links zu gedenken.

Um nun andererseits die Wahl des Objectivs sicher für einen bestimmt angegebenen Standpunkt zu finden, hat man nur nöthig, wie schon oben angegeben, von diesem Standpunkt das aufzunehmende Object zu visiren und die Zahl bei *d* abzulesen. Angenommen, diese Zahl wäre 47, so würde die Aufnahme mit Aplanat 19‴ für hohes Format zu machen sein; würde diese Zahl aber beispielsweise nicht in der Scala vorkommen, so würde man freilich genöthigt sein, einen solchen Apparat anzuschaffen, damit wäre ja aber denn doch das für diesen Fall nothwendige Objectiv bestimmt.

Die Bestimmung der Plattengrösse fällt immer mit der Wahl des Objectivs zusammen, oder ergibt sich von selbst aus dieser. Nachdem man nun den Standpunkt, die Wahl des Objectivs und die Plattengrösse nach der Scala notirt hat, bliebe nun noch übrig zu erklären, wie es möglich wird, auch die Aufnahmszeit für jedes beliebige Object zu erfahren. Dies geschieht eben so leicht und mechanisch, wie alle früheren Manipulationen. Man richtet den Orientirer so, dass die Punkte *a* und *b* durchaus parallel zum Aufnahme-Object zu stehen kommen — dann dreht man die Compass-Scheibe *e* so weit herum, bis die Magnetnadel (mit dem geschwärzten Theil) genau in Norden einfällt, schliesslich richtet man die Zeigerstange *hi* gleichfalls parallel zu *ab* (die Zeigerspitzen *g* und *f* dem Beschauer zugewandt). — Es befinden sich also jetzt *ab* und *hi* parallel zum Aufnahme-Object und die Magnet-Nadel zeigt genau Norden. — Erst dann, wenn dies Alles in Uebereinstimmung gebracht ist, liest man die Aufnahmezeit bei *g* und *f* ab (*f* gibt selbe an, wenn die Sonne zur Rechten gedacht wird, *g* wenn zur Linken). Der Beleuchtungswinkel beträgt für dies Instrument beiläufig $22^1/_2$ Grad und kann je nach Erforderniss vergrössert werden, einfach dadurch, dass man die Grade zur Aufnahmezeit addirt. Z. B. die Zeit wäre bei *f* für eine Vormittagsaufnahme mit 9 Uhr angezeigt worden, man hält aber für nothwendig weniger starke Schlagschatten im Bilde zu erzielen, so rechne man etwa $7^1/_2$ bis 15 Grad zur Aufnahmezeit hinzu ($7^1/_2$ Grad entsprechen einer halben Stunde, 15 Grad einer ganzen Stunde). Statt 9 Uhr würde man also die Aufnahme um $9^1/_2$, respective 10 Uhr machen, für den umgekehrten Fall wird die Zeit entsprechend subtrahirt.

Adolph Buehler construirte den vollständigsten Orientirungs-Apparat für Landschafts-Photographen [125]). Er nannte ihn Helioscop oder Universal-Orientirungs-Apparat. Das Helioscop besteht aus drei Hauptbestandtheilen:

1. Das Iconoscop, 2. der Iconograph und 3. das Helioscop im engeren Sinne.

Das Iconoscop, für sich allein angewendet, hat den Zweck, bei der vorgängigen Recognoscirung unserem Auge das wirkliche Objectiv zu ersetzen, ihm die Schranken zu zeigen, in welche die Gesichtsfelder eines jeden unserer Objective für jedes beabsichtigte Format eingeengt sind und dadurch die Anhaltspunkte für die Wahl des Standpunktes zu liefern.

Durch geeignete Verbindung des Iconoscopes mit einem in 360 Grade eingetheilten Horizontkreise wird dasselbe zum Iconographen und dient dann zur genauen Bezeichnung desjenigen Theils einer grösseren, von einem gegebenen Standpunkte aus sichtbaren Landschaft, welcher zur photographischen Darstellung bestimmt ist.

Das Helioscop im engeren Sinne endlich gibt uns die erforderlichen Aufschlüsse über den Eintritt und die Dauer der günstigsten Beleuchtung, beziehungsweise über die richtige Aufnahmezeit.

Dem Ganzen sind noch zur grösseren Bequemlichkeit beigefügt zwei Sonnenzeiger, welche den Ort und die Stunde des Sonnen-Auf- und Unterganges angeben,

125) Phot. Corresp. 1870. S. 160.

ein Compass mit Windrose, ferner ein Wochen- und Monatskalender, eine für den Parallelkreis construirte Sonnenuhr und ein Schema zur Bestimmung der Leuchtdauer des Mondes.

Aus der Broschüre „Das Helioscop“ entnehmen wir folgende Daten über diesen Apparat:

„Zur Bestimmung des Sonnenstandes am Himmel sind uns zwei Daten zu wissen nöthig, nämlich:

a) die Himmelsrichtung, in welcher das Gestirn zu einer gewissen Tagesstunde steht;

b) die Höhe über dem Horizont, in welcher dasselbe sich gleichzeitig befindet.

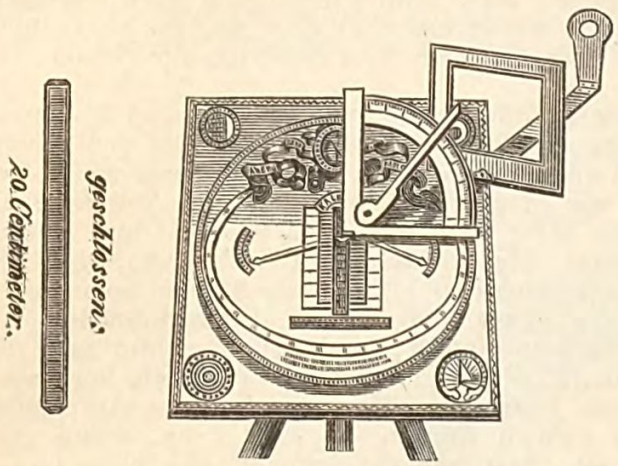


Fig. 421. Helioscop.

Letztere lässt sich durch den Winkel ausdrücken, welchen eine von unserem Standpunkte nach der Sonne gezogene gerade Linie mit der Horizontalen bildet.

Stellen wir also den auf der Stundenscheibe unseres Apparats befindlichen Quadranten so auf, dass er nach der Himmelsgegend gerichtet ist, in welcher die Sonne zu einer bestimmten Tagesstunde steht, und führen wir den Zeiger desselben auf denjenigen Grad, welcher der Höhe der Sonne für die bezeichnete Stunde entspricht, so wird dieselbe mit aller für unseren Zweck practisch erforderlichen Genauigkeit nach dem Orte hinweisen, wo die Sonne sich zu dieser Stunde befinden muss.

Die Anhaltspunkte für die Stellungen des Quadranten und Zeigers erhalten wir durch das Instrument selbst. Die Himmelsrichtung, in welche wir den Quadranten zu den einzelnen Stunden zu stellen haben, gibt uns nämlich das in Form einer Ellipe (Horizontalprojection des Aequators) auf der Kreisscheibe construirte Zifferblatt an, welches die Tagesstunden von 4 Uhr Früh bis 8 Uhr Abends enthält und in halbe und Viertelstunden getheilt ist, während die kleinen Theilstriche zwischen den Viertelstunden Zeiträume von je 5 Minuten umfassen. Die Gradzahl dagegen, auf welche der Zeiger des Quadranten für jede einzelne Tagesstunde gestellt werden soll, finden wir unter einem im Zifferblatte angebrachten Einschnitte angegeben, welcher die Ueberschrift „Sonnenhöhen“ trägt, und gleichfalls mit den Ziffern der einzelnen Stunden bezeichnet ist[126]).

Um nun auch den sehr beträchtlichen Veränderungen Rechnung zu tragen, welchen der tägliche Sonnenlauf im Wechsel der Jahreszeit unterliegt, ist es nöthig, den Drehpunkt des Quadranten in dem Masse zu verschieben, in welchem die Erde ihre Stellung zur Sonne verändert.

Dies klingt schwierig, ist aber sehr einfach. In Mitte der Stundenscheibe ist nämlich ein kleines Kalendarium angebracht, nach dessen Angabe der Quadrant seine richtige Stellung erhält. Auf der linken Hälfte ist der Zeitraum von Beginn des Winters bis zum Ende des Frühlings (20. December bis 20. Juni), auf der rechten Hälfte dagegen der Zeitraum von Anfang des Sommers bis zum Ende des Herbstes (10. Juni bis 29. December) in der Weise verzeichnet und in Perioden von 10 zu 10 Tagen getheilt, dass die Zeiten, welche gleichen Sonnenlauf haben, sich gerade gegenüberstehen. Mittelst eines kleinen Doppelzeigers[127]), welcher an der Achse des Quadranten sitzt, lässt sich hiernach die Stellung des letzteren reguliren und durch Anziehen der Schrauben befestigen.

126) Die Tabelle gibt nur die Sonnenhöhe für 10tägige Perioden, u. z. von Stunde zu Stunde an.

127) Dieser Zeiger ist nicht mit den beiden grössern Sonnenzeigern zu verwechseln, welche sich seitwärts in entgegengesetzter Richtung mit den Quadranten bewegen.

Man wird bemerken, dass sich mit der Verschiebung des Quadranten auch die in dem Ausschnitt sichtbaren Zahlen der Sonnenhöhen verändern und zwar dergestalt, dass in demselben stets diejenigen Höhenzahlen erscheinen, welche dem Datum, auf welchem der Quadrant steht, entsprechen. Hierdurch ist das Instrument für den practischen Gebrauch sehr bequem gemacht, indem mit der Stellung des Quadranten zugleich alle Verhältnisse gegeben sind, welche man zu wissen nöthig hat[128]).

Anwendung des Helioscops zur Bestimmung des Sonnenstandes. Gesetzt, es sei für einen bestimmten Tag, z. B. für den 1. November, der Stand der Sonne für die Stunden 9 Uhr früh, 12 Uhr Mittags und 4 Uhr Nachmittags zu bestimmen. Man lüftet die Schraube der Quadrantenachse ein wenig, verschiebt diese, bis der kleine Zeiger auf den Theilstrich des 1. November (oder 10. Februar) steht, und zieht dann die Schraube wieder an. Dadurch sind für die Stunden 9, 12 und 4 Uhr nachstehende Höhengrade im Ausschnitt sichtbar geworden:

Für 9 Uhr Morgens . . . 15°,
„ 12 „ Mittags . . . 26°,
„ 4 „ Nachmittags . 9°.

Man orientirt nun das Instrument mittelst des Compasses, stellt den Zeiger des Quadranten auf 15°, richtet den Quadranten auf und führt ihn über die Ziffer der 9. Stunde, so wird der Zeiger nach dem Orte hinweisen, wo die Sonne am 1. November Morgens 9 Uhr steht.

Die Bestimmungen für die übrigen Stunden werden in analoger Weise getroffen, indem man den Zeiger auf 26, beziehungsweise 9° stellt und den Quadranten auf die zwölfte, beziehungsweise vierte Abendstunde des Zifferblatts führt[129]).

128) Mit der Stellung des Quadranten verändert sich zugleich die Stellung zweier seitlich angebrachter Zeiger, welche mit kleinen Kreisbögen in Verbindung stehen, auf denen (rechts) die Morgenstunden und (links) die Abendstunden von 4—8 Uhr verzeichnet sind. Der Zweck dieser Zeiger ist ein doppelter: sie zeigen nämlich, wenn das Instrument nach pag. 443 orientirt worden ist, sowohl die Zeit des Sonnenauf- und Untergangs für das betreffende Datum, als auch den Ort an, wo der Auf- und Untergang der Sonne an diesem Tage im 49. Grad nördl. Breite stattfindet. Bekanntlich geht die Sonne nur zur Zeit der Aequinoctien genau im Osten auf und im Westen unter. Vom 21. September an rückt der Aufgangspunkt mehr und mehr gegen Süden vor und der Sonnenaufgang erfolgt nicht um 6 Uhr, sondern später. Am 21. December hat der Aufgangspunkt seine südlichste Lage erlangt und liegt nun in der Richtung zwischen SO und SO z O, während die Sonne erst um 8 Uhr Morgens über dem Horizont erscheint. Nun verändert sich der Aufgangspunkt wieder, gelangt am 21. März wieder genau nach Osten und schreitet nun von Tag zu Tag weiter nach Norden vor, bis er am 21. Juni seine nördlichste Lage in der Richtung NO z O und NO gefunden hat. Der Aufgang erfolgt zu dieser Jahreszeit um 4 Uhr früh. Ganz in gleicher Weise ändern sich Zeit und Ort des Niedergangs der Sonne.

Diese Veränderungen werden durch die genannten beiden Zeiger angegeben, welche zu diesem Behufe mit der Achse des Quadranten verbunden sind, und mit jeder Verschiebung des letztern ihre Stellung derart ändern, dass sie durch ihre Richtung den Ort des Sonnenauf- und Untergangs für das vom Quadranten angezeigte Datum angeben, während sie auf dem kleinen Kreisbogen zugleich die Stunde anzeigen, wann das Gestirn den Horizont passirt. Dass zu diesem Behufe das Instrument orientirt sein muss, versteht sich von selbst.

129) Mittelst der durch das Helioscop bewirkten Versinnlichung des täglichen Sonnenlaufes lassen sich auch für das Atelier höchst werthvolle Bestimmungen treffen. So sagt uns z. B. das Instrument, zu welcher Jahreszeit und in welchen Tagesstunden ein bereits fertiges Atelier von dem Einfluss directer Sonnenstrahlen oder durch starke Reflexwirkung nahestehender Gebäude zu leiden hat, während es uns bei Projectirung eines neu zu erbauenden Glassalons alle erforderlichen Anhaltspunkte liefert, nach welchen wir die Stellung desselben, die Construction, Neigung und Ausdehnung der Glasfläche und die Einrichtung der Blendung mit Rücksicht auf vortheilhafteste Beleuchtung und Sparsamkeit zu bestimmen haben. Die Bedeutung, welche dadurch das Instrument für alle diejenigen zu gewinnen vermag, welche ein Glashaus zu bauen oder ein schon in Gebrauch befindliches zu erwerben beabsichtigen, Veränderungen vorzunehmen oder neue Einrichtungen zu treffen gedenken, liegt auf der Hand.

Selbstverständlich erkennen wir gleichzeitig auch aus der Stellung der beiden grossen Zeiger den Ort und die Zeit des Auf- und Unterganges der Sonne am 1. November.

Wären diese Bestimmungen für einen andern Tag, z. B. für den 12. Juni, zu treffen, so verschiebt man den Quadranten auf das Datum des 10. Juni[130]) und verfährt genau wie vorhin.

Aufsuchung der Zeit für einen gegebenen Sonnenort. In der Praxis wird es am häufigsten vorkommen, dass wir zuerst denjenigen Standort der Sonne bestimmen, welcher uns effectvolle Beleuchtung verspricht und darnach die Zeit aufsuchen, wann dieser Sonnenstand eintritt.

Wir werden also, nachdem wir den Quadranten auf das Datum unseres Operationstages gestellt und das Instrument orientirt haben, den Quadranten unter entsprechender Verschiebung eines Höhenzeigers nach der Richtung hinführen, in welcher wir die Sonne brauchen, und dadurch sofort die Stunde erfahren, zu welcher unsere Aufnahme stattfinden muss. — Da wir durch Drehung des Quadranten und Verschiebung des Zeigers uns den Lauf der Sonne vergegenwärtigen und somit uns auch den Einfluss versinnlichen können, welchen die im Laufe einer oder mehrerer Stunden stattfindende Veränderung des Sonnenstandes auf die Beleuchtung unseres Objects ausüben wird, so unterliegt es auch keiner Schwierigkeit, hiernach die Dauer der günstigen Beleuchtung zu bestimmen.

Wir haben hierbei angenommen, dass die Höhe, welche die Sonne zur Zeit unserer Recognoscirung erreicht, unseren Absichten entspreche. Nun wollen wir aber den Fall denken, dass wir zur effectvollsten Beleuchtung unseres Objects einen Sonnenstand brauchten, welcher gegenwärtig zu keiner Tagesstunde zu erreichen ist. Die Frage stellt sich dann so: An welchem Tage und zu welcher Stunde wird dieser Sonnenstand — falls er überhaupt möglich ist — eintreten?

Gesetzt, wir wünschten die Sonne in der Richtung gegen Südwest und in einer Höhe von circa 30° über den Horizont zu haben. Unser Zifferblatt zeigt uns, dass die Sonne diese Richtung etwa zwischen $^1/_2$2 und $^1/_2$4 Uhr Nachmittags einnimmt. Wir verschieben also unseren Quadranten und finden aus der Vergleichung der unter den Stundenzahlen II und III hervortretenden Sonnenhöhen, dass die Sonne am 10. März und 1. October um 2 Uhr, am 20. März und 20. September um $^1/_2$3 Uhr[131]), am 1. April und 10. September um 3 Uhr und am 10. April und 1. September um $^1/_2$4 Uhr die Höhe von 30° in dieser Richtung erreicht, dass aber die Sonne am 10. März (beispielsweise) nicht genau in Südwest, sondern südlicher, am 1. April dagegen westlicher steht, als wir sie haben wollen, dass mithin etwa in den Tagen des 20. März (oder 20. September) und zwar Nachmittags $^1/_2$3 Uhr der einzig richtige Zeitpunkt eintritt, welcher uns die Sonne genau an die Stelle bringt, wo wir sie haben wollen."

XV. Die Benutzung der Camera.

A. Aufstellung der Camera.

Die normale Lage des Apparates ist die horizontale, wie schon in Heft III, S. 308 dieses Handbuches (gelegentlich der Stellung des Objectives an der Camera) erwähnt wurde. Bei Architectur-Aufnahmen, Aufnahmen von Copien (s. S. 286), sowie auch bei stehenden Figuren, ist dies auch unbedingt nöthig. Fig. 422 zeigt[132]) die theoretisch richtige Stellung der

130) Das Kalendarium gibt nur zehntägige Perioden, da die Differenzen in Höhe und Himmelsrichtung der Sonne an den Zwischentagen nicht merklich genug sind, um ihnen für jeden einzelnen Tag Rechnung zu tragen. Für die Praxis genügt es vollkommen, wenn wir als Standort für den Quadranten dasjenige Datum wählen, welchem der Tag, für den die Bestimmung gemacht werden soll, am nächsten kommt, z. B. den 10. Juni statt des 12. oder den 20. August statt des 16.

131) Da die Sonnenhöhentabelle für den 20. März um 2 Uhr eine Höhe von 36°, um 3 Uhr von 28° angibt, so wird die Sonne in diesen Tagen etwa um $^1/_2$3 Uhr die Höhe von 30° erreichen.

132) Monckhoven, Photogr. Optik.

Camera bei Aufnahme einer stehenden Person, von welcher auch in der Praxis nicht abgegangen werden soll.

Auch bei Aufnahme von Brustbildern hält man die horizontale Lage der Camera ein und bringt das Objectiv ungefähr in die Höhe der Person.

Die Nothwendigkeit zu gewissen Arbeiten das Stativ, resp. die Camera streng horizontal zu erhalten, bewog Silvy zu folgender Construction: Er befestigte das Stativ-Brett an eine Kugel, welche in einem Ringe ruhte und sich darin frei bewegte, wodurch ein Gegengewicht die Horizontal-Stellung leicht bewirken konnte[133]).

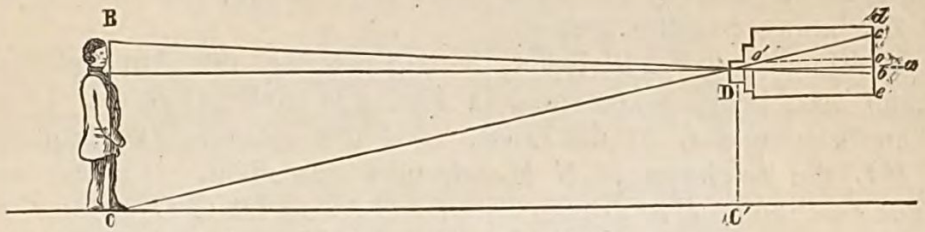


Fig. 422. Stellung der Camera.

In neuerer Zeit bringt man an der Camera, wenn an deren horizontaler Stellung viel liegt, Wasserwaagen oder ein Senkblei an. Die ersteren werden, wie z. B. bei Jonte's Apparaten, in das Holz des Bodenbrettes oder der Camera eingelassen.

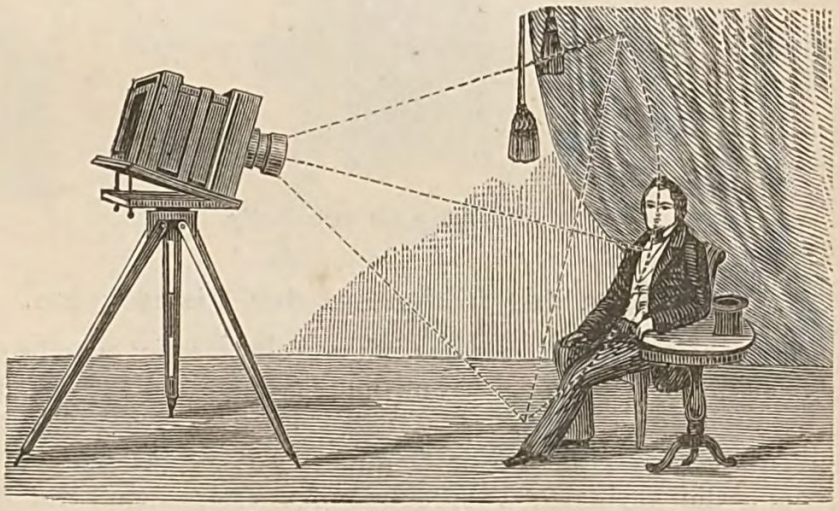


Fig. 423. Neigung der Camera.

Bei der Anfertigung von Porträten Sitzender und in ähnlichen Fällen weicht man in der Praxis von der horizontalen Lage ab und neigt den ganzen Apparat nach vorn. Die Höhe der Camera muss ungefähr eine solche sein, dass eine aus dem Centrum kommende gerade Linie die Oberfläche des Kopfes streift, und dann wird der Camera eine solche Neigung nach vorn gegeben, dass diese Linie den obersten Theil der Brust trifft, wie Fig. 423 zeigt. Es kommen dadurch alle Theile des Sitzenden mehr in eine Ebene zu liegen und die sonst statthabenden Verkürzungen oder Vergrösserungen werden dadurch möglichst geringe. Man stelle auf die Augensterne so scharf als möglich ein; um die grösste Schärfe zu erhalten,

133) Horn's Phot. Journ. 1862. Bd. 19, S. 51; aus Bulletin de la soc. franç. phot.

ist es Regel, auf das dem Objectiv am fernsten liegende Auge einzustellen. (Kleffel[134]).

Wie die Neigung der Camera vermittelst des Dreifusses oder anderer Stative bewirkt werden, wurde oben (S. 308) erwähnt.

Wenn man eine Camera dadurch schräg stellen will, dass man eines der Beine des Dreifusses weiter entfernt, so wird die Stabilität sehr beeinträchtigt. Nimmt man dagegen eines der Beine zwischen den anderen hindurch, so erzielt man die bedeutendsten Hebungen und Senkungen bei grösster Stabilität[135]).

Wenn eine Zeichnung etc. reproducirt werden soll, muss die Visirscheibe und die Zeichnung parallel stehen.

Einen Mangel an Parallelismus beim Einstellen des Apparates auf eine Ebene kann man leicht erkennen. In Fig. 424 stellt GR den Querschnitt der matten Scheibe dar, M die Linse, CM die optische Axe (senkrecht auf GR), PL die Zeichnung, S Mittelpunkt derselben. Da bei schrägem Stande der Zeichnung PR grösser ist als GL, so ist GC grösser als CR, d. h. die Ecke des Planes (wie P) ist am weitesten von der Visirscheibe entfernt, somit dessen Bild (wie R) dem Bilde des Mittelpunktes des Planes am nächsten.

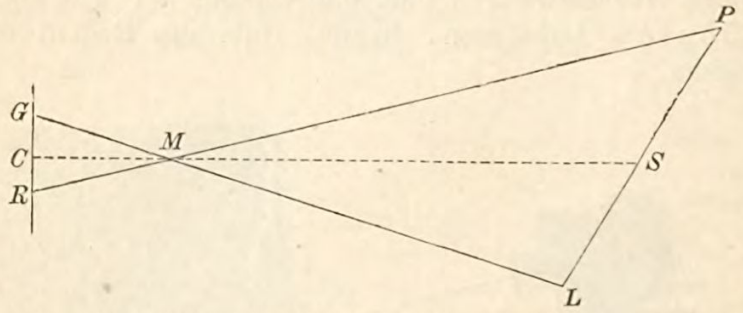


Fig. 424. Stellung der Visirscheibe.

B. Einstellen des Bildes auf der Visirscheibe.

Einstellen heisst so viel, als das Bild auf der matten Scheibe der Camera so scharf als möglich zu fixiren. Wenn das Objectiv ein kleines Diaphragma und eine grosse Brennweite hat, so ist das sehr leicht; hat das Objectiv bei einer kurzen Brennweite eine grosse Oeffnung, so ist das bedeutend schwieriger, weil dann die geringste Verrückung der Visirscheibe die Schärfe des Bildes beeinträchtigt.

Um eine kleine Verrückung der Visirscheibe beim Einstellen präcis durchführen zu können, bewegt man sie mit einer Schraube, wie S. 366 Fig. 260 und S. 367 Fig. 264 angegeben wurde oder bringt die S. 369 Fig. 266 beschriebene Vorrichtung zum Bewegen an.

Bei Objectiven mit kurzer Brennweite ist das innere Rohr mit den Linsen in dem äussern verschiebbar (wie in Heft 3 Fig. 90 S. 218 angedeutet ist), so dass das Scharf-Einstellen durch geringes Nähern oder Entfernen der Linsen von der Visirscheibe (anstatt umgekehrt) erfolgt. Dies geschieht durch ein Zahn-Getriebe oder sogenannte Micrometer-Schraube oder „Einstell-Trieb“ (z. B. an Fig. 129 S. 263 Heft 3 ersichtlich) oder, wie Jamin 1855

134) Kleffel, Handbuch d. pract. Photographie. 1880. S. 213.
135) Phot. Times. 1882. S. 186. Phot. Wochenbl. 1882. S. 232.

versuchte[136]), durch einen Stiel. Objective mit langer Brennweite haben kein Zahn-Getriebe zum Scharfeinstellen.

Arbeitet man im Freien oder doch so, dass viel Licht auf die Visirscheibe fällt, so muss man Kopf und Camera mit einem dunklen Tuch verhüllen, weil man sonst kein Bild auf der Visirscheibe sehen würde. Da das lose hängende Tuch viel Lästiges hat, so empfiehlt Kleffel[137]) an den beiden Seiten der Camera ein Paar Oesen, in welche man dünne Eisenstangen stecken kann, anzubringen. Ueber diese Stangen hängt man dann das Tuch.

L. Sawyer bringt an der Camera einen einfachen Schirm an, welcher sowohl über die Visirscheibe beim Einstellen gelegt werden kann (Fig. 426) oder beim Exponiren das fremde Himmelslicht abhält (Fig. 425). Das Gerippe des Schirmes zeigt Fig. 427; bei *aa* (Fig. 426 und 427) ist es an der Camera befestigt. Vorsprünge *BB* Fig. 425 stützen es beim Neigen über das Objectiv[137]).

Beim Einstellen eines grösseren Bildes empfiehlt Dallmeyer zuerst den Punkt in der Mitte zwischen Centrum und Rand scharf einzustellen; Steinheil das Centrum selbst.

Obwohl das Scharf-Einstellen eine sehr einfache Operation scheint, so kommen dennoch bei dieser Arbeit viele Fehler vor.

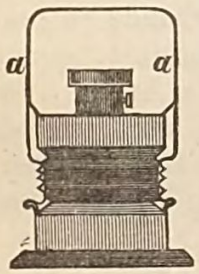


Fig. 425.

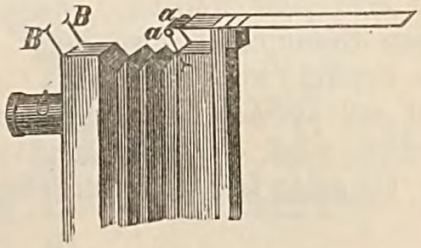


Fig. 426.
Licht-Schirm über der Camera.

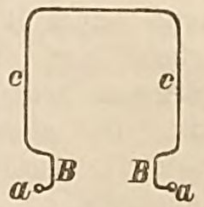


Fig. 427.

Das Scharf-Einstellen ist eine relativ leichte Sache, wenn es sich um Porträte handelt, wo man mit Linsen von grosser Lichtstärke operirt. Schwierig ist es nur, die Schärfe zu vertheilen, dass Gesicht und Hände, Kleidung und Hintergrund hinreichend gut zeichnen und keines allzu unscharf erscheine.

Ueber den Grad der Schärfe, der erfüllt sein muss, sind die Ansichten verschieden. Manche Photographen sind unglaublich penibel darin, andere höchst oberflächlich und es muss zugegeben werden, dass Porträte existiren, die an Schärfe sehr viel zu wünschen übrig lassen und doch von wundervoller künstlerischer Wirkung sind.

Schwieriger ist das Scharf-Einstellen bei Landschaften und noch schwieriger bei Reproductionen, wo es auf äusserste Genauigkeit ankommt.

Für äusserst feine Einstellung ist ein gewisser Grad der Halbdurchsichtigkeit der matten Scheibe sehr erwünscht; man kann dieselbe erreichen

136) Cosmos. Bd. 6, S. 267. Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1855. S. 36.
137) Kleffel, Handbuch d. pract. Phot. 1880. S. 215.
138) Yearbook of Phot. 1881. S. 72.

durch Verreiben von einigen Tropfen Olivenöl auf der matten Scheibe[139] (s. S. 393).

Bei Landschafts-Aufnahmen soll man zuerst jenen Gegenstand einstellen, welcher im Bilde die Hauptsache ist; dann erst durch Einsetzen kleiner Blenden die Bilder der übrigen Gegenstäde scharf zu bekommen trachten.

Ueber den Grad der Schärfe, welche ein Bild haben soll, um malerisch zu wirken, wurde viel geschrieben. William J. Newton's Vortrag in der Londoner Photographischen Gesellschaft im Jahre 1853 (Journ. of the Phot. Soc. Bd. 1), worin empfohlen wurde, die Bilder als Maler-Studien etwas ausserhalb der scharfen Einstellebene aufzunehmen, erregte eine langwierige Polemik. Newton wollte die scharfen Linien beseitigen, „welche die Einheit der Theile stört, sie trennt statt verbindet". Buss sagte, wenn man die Gegenstände ausserhalb der scharfen Einstellebene aufnehme, so würden die Formen undeutlich, die Linien der kleinsten Details zerstört und es bliebe nichts übrig, als grosse Massen von Licht, Halbtönen und Schatten. Allerdings betrachtet der Künstler, Optiker und Ingenieur die Sache in verschiedenem Licht (Vignoles), aber die Photographen, welche verlangen, dass man die Platte ein wenig aus der Ebene der Schärfe schiebt, haben gewiss einen Missgriff gemacht (A. H. Wall). Eine ungleiche Vertheilung der Schärfe ist durchaus nicht schädlich; dem Architecten wird allerdings eine gleichmässig über das ganze Bild vertheilte Schärfe am geeignetsten sein. Der Künstler wird aber stets wünschen, dass jeder anziehende Gegenstand seines Bildes seinen Brennpunkt dort findet, wo das Interesse seiner Arbeit liegt. In einem Porträt wird der Kopf, besonders die Augen, am stärksten beleuchtet und soll am sorgfältigsten in den Details ausgearbeitet sein. Bei einer Landschaft wird die Kraft und Stärke der Halbschatten, sowie der Ausdruck der kleinsten Details natürlicher Weise den Vordergrund einnehmen.

Regnault bemerkt in der Sitzung der französischen photographischen Gesellschaft vom 20. Juli 1860: „Es ist überhaupt wichtig, beim Einstellen sich an den Vordergrund zu halten, während nicht selten das Gegentheil geschieht. Häufig ist der Horizont deutlicher als die nahen Gegenstände, was der Wirkung der Perspective ausserordentlich schadet. Wenn man zu der Feinheit und den Details des Vordergrundes noch ihre Nähe zu dem Beschauer nimmt, so wird die Wirkung der Photographie eine viel höhere sein."

Um eine mittlere Schärfe (bei Porträten) zu erzielen, stellen manche (nach Claudet[141]) einen Theil (z. B. das Gesicht) scharf ein und bewegen das Objectiv während der Exposition an der Micrometer-Schraube.

Ueber die Mittel die Schärfe von Porträten zu mildern wurde schon gelegentlich der Vibrotypen (Heft I, S. 91) und beim Dallmeyer'schen Porträt-Objectiv (Heft III, S. 225) gesprochen und wird noch später ausführlich abgehandelt werden.

Der Umstand, dass ein enges Diaphragma (Blende) das Licht sehr schwächt und dadurch das Einstellen etwas beschwerlich macht, veranlasst

139) Phot. Mitth. 1874. Bd. 11, S. 177.
140) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. S. 84.
141) Phot. Mitth. Bd. 3, S. 208.

manche Photographen ohne Blende mit der vollen Oeffnung der Linse einzustellen [142]).

Dies Verfahren ist nicht vorwurfsfrei, denn der Punkt der schärfsten Einstellung ohne Blende fällt nicht immer mit dem zusammen, welchen man bei Anwendung einer kleinen Blende erhält. Sollte es übrigens durchaus nicht möglich sein, mit derselben engen Blende, mit welcher man aufnehmen will, einzustellen, so nehme man zum Einstellen höchstens die nächst vorhergehende, etwas grössere Blende [143]). (Vergl. S. 452.) Nur aplanatische Objective kann man mit grossen Blenden einstellen.

Unvollkommen corrigirte Landschaftslinsen mit sphärischer Abweichung können Verlängerung des Focus zeigen, wenn man eine Blende einsetzt. Die Randstrahlen haben nämlich bei solchen Linsen einen kürzeren Focus als die centralen Strahlen. Stellt man nun auf die mittlere Schärfe ein und blendet dann ab, so bleibt nur Focus der centralen Strahlen übrig (H. W. Vogel [144]).

C. Die Einstell-Loupe.

Um scharf einstellen zu können bedient man sich einer Loupe („Einstell-Loupe“).

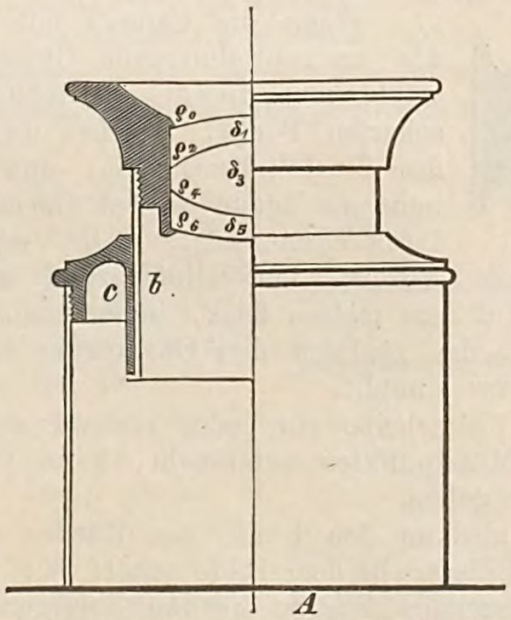


Fig. 428. Steinheil's aplanatische Einstell-Loupe.

Krümmungsradius:	$\varrho_0 = +31{,}312$	mm	
Brechungscoëfficient:	$d_1 = 2{,}32$	„	Flintglas
	$\varrho_2 = \mp 14{,}058$	„	
	$d_3 = 7{,}67$	„	Crownglas
	$\varrho_4 = \mp 14{,}058$	„	
	$d_5 = 2{,}32$	„	Flintglas.
	$\varrho_6 = +31{,}312$	„	

142) Ist der einzustellende Gegenstand sehr schwach beleuchtet, z. B. bei Aufnahmen von Interiéurs etc., so sieht man auf der matten Scheibe das Bild so schwach, dass man nicht scharf einstellen kann. Man hilft sich dadurch, dass man unmittelbar neben dem einzustellenden Object eine brennende Kerze stellt, auf deren Flamme man einstellt.

143) Phot. Arch. 1868. S. 11.

144) Phot. Mitth. 1871. Bd. 8, S. 83.

Steinheil's aplanatische Einstell-Loupe hat die in Fig. 428 abgebildete Construction. Die Linse ist aus zwei symmetrischen Flintglas- und einer Crownglaslinse zusammengekittet. Die Loupe wird an die Visirscheibe *A* angelegt und durch Nähern oder Entfernen des innern Rohres (*b*) im äussern (*c*) eingestellt.

Eine andere Form besteht (nach Monckhoven) aus zwei plan-convexen Linsen, *a* und *b*, deren convexe Flächen einander zugewendet sind, und welche an beiden Enden der Röhre oder des Cylinders *C* befestigt sind. *C* gleitet mit sanfter Reibung in der Röhre *B* vor- und rückwärts, welche durch einen Schraubenumgang sich wieder in eine noch weitere Röhre *A* einschiebt.

Bei der Einstellung wird *A* auf jenen Theil der Visirscheibe angelegt, wo man das Bild zu betrachten wünscht.

Man richtet zunächt die Loupe für sein Auge, indem man den Cylinder *C* in *B* schiebt, und befestigt dann die Stellung dadurch, dass man *B* in *A* durch eine Schraubenumdrehung feststellt, doch muss man Sorge tragen, dass Niemand die Loupe mehr berühre, denn da Jedermann sie erst nach seinem Auge richten muss, so könnte man bezüglich des Einstellens einen argen Fehler herbeiführen, besonders wenn das matte Glas mit Oel angerieben und sehr feinkörnig ist.

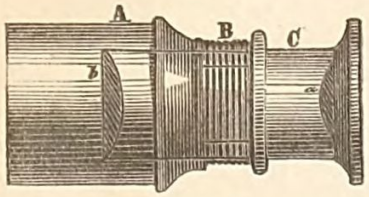


Fig. 429. Einstell-Loupe.

Wenn die Camera mit dem Objectiv gegen das zu reproducirende Object gewendet ist, so wähle man in diesem letzten einen vollständig scharfen Punkt, welcher ungefähr in die Mitte des Einstellglases fällt, und einen andern, der nahe am Rande so viel als möglich in einer mittleren Ebene liegt, d. h., welcher zwischen dem Vorder- und Hintergrund befindlich ist. Man untersucht das Bild auf dem matten Glas, indem man ein schwarzes Tuch über den Kopf wirft, das zugleich den Oberkörper und die Camera, mit Ausnahme des Objectives einhüllt.

Indem man die Visirscheibe vor- oder rückwärts schiebt und mit der Loupe das Bild des Mittelpunktes untersucht, kann man demselben leicht die möglichste Schärfe geben.

Untersucht man alsdann den Punkt des Randes der Visirscheibe, so wird man sehen, ob dieser in dem Bilde scharf ist; gewöhnlich ist er es nicht, die zwischenliegenden Punkte werden hingegen desto schärfer, je mehr sie sich dem Centrum nähern. Man befestigt die Visirscheibe nach der Einstellung immer mit einer Klemmschraube.

Wenn das Objectiv aplanatisch ist (s. Heft III, S. 283), so kann man das Bild mit einem grossen Diaphragma einstellen, das Bild erscheint alsdann sichtbarer; aber um einzustellen, muss man dazu ein bestimmtes, nahe am Centrum des Einstellglases gelegenes Object wählen, welches sich in mittlerer Entfernung von der Camera befindet. Man ersetzt alsdann das grosse Diaphragma durch ein anderes mit kleinerer Oeffnung, welches die Schärfe über eine um so grössere Fläche der Visirscheibe ausbreitet, als das Diaphragma kleiner ist. Bei den nicht aplanatischen Objectiven jedoch, muss man sich eines der kleinsten Diaphragmen bedienen, um scharf einstellen zu können.

Dies ist leicht begreiflich, wenn man sich erinnert, dass, was immer für ein in dem zu reproducirenden Object gewählter Punkt den Scheitelpunkt oder die Spitze des Lichtbüschels bildet, dessen Basis die Objectiv-Oeffnung

und dessen Focusebene der Punkt des Zusammentreffens aller Strahlen ist. — Der Durchmesser des Objectivs übt nicht den mindesten Einfluss auf diesen Punkt des Zusammentreffens aus, wenn das Objectiv aplanatisch ist; das Objectiv muss ihn aber mit oder ohne Diaphragma mit derselben Schärfe erzeugen.

Die Anwendung eines Diaphragmas verursacht also nur die Vertheilung der Schärfe des Bildes auf einer grösseren Oberfläche, indem es die Focustiefe vermehrt.

Wenn man das Objectiv mit einem sehr kleinen Diaphragma versieht, so ist es nicht der Platz des Einstellglases allein, von welchem die grösstmögliche Schärfe des Bildes abhängig ist; daher die Schwierigkeit, mit derartigen Objectiven einzustellen, welche bei den aplanatischen nicht vorkommt, indem man dieselben vorher mit einem grossen Diaphragma versieht, welches dem Bild zunächst mehr Helligkeit verleiht und die Schärfe auf bestimmte Punkte beschränkt, welche Schärfe sich nach der Ersetzung des grossen Diaphragmas auf das kleinere überträgt (Monckhoven).

Die Einstell-Loupe wird oft falsch angewendet. Man benutzt sie am besten in folgender Weise[146]: Man macht mit Bleistift einen Strich auf die matte Scheibe, setzt die Loupe auf die andere Seite und schiebt sie nun so lange hin und her, bis der Strich scharf erscheint. Der Geübte kann das Korn der matten Scheibe selbst als Einstell-Object benutzen. Das optische Bild auf der matten Scheibe wird dann beim Betrachten mit der Loupe sofort eingestellt sein.

Eine originelle Methode um sehr scharf einzustellen, beschrieb Ed. Emerson[147]. Man nimmt statt der matt geschliffenen Visirscheibe ein gewöhnliches blankes Glas und ritzt auf der dem Innern der Camera zugewendeten Seite mit einem Diamanten feine parallele Linien $^1/_{10}$ cm nebeneinander ein. Dann stellte er mit einem eigens zu diesem Zwecke von Rood construirten zusammengesetzten Microscop (Fig. 430) sorgfältig auf diese Linien ein. (*G* Visirscheibe; *O* achromatisches Objectiv; *E* Ocular; bei *R* schiebt sich das Objectiv mit einem Zahnrad aus und ein; *E T* äussere Röhre.) Nun ist es leicht, das in der Camera erzeugte Bild der Lage nach mit diesen parallelen Linien zusammenfallen zu lassen. Durch diesen Vorgang erhält man ein helles optisches Bild und kann die zartesten Gegenstände (z. B. das Blatt einer Ulme in einer Entfernung von $^1/_2$ englischen Meile) einstellen, da das Bild sogar eine 150 bis 200malige Vergrösserung erträgt.

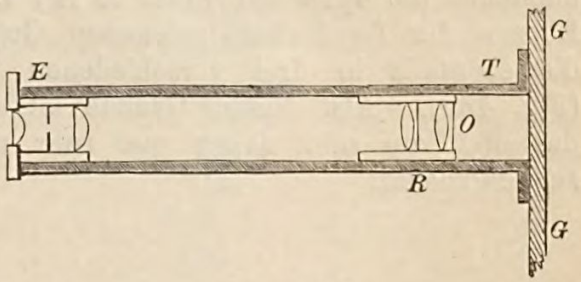


Fig. 430.

Um rasch einstellen zu können, kann man an der Camera die Brennweite der im Gebrauche befindlichen Linsen markiren. Jede solche Scala muss mit der Zahl oder der Bezeichnung der Linse versehen sein. Diese

146) Phot. Mitth. Bd. 11, S. 177.
147) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 24; aus Silliman's Journ. Bd. 37, S. 227.

Scalen können an den festen Theilen des Camera-Körpers verzeichnet sein; ein am beweglichen Theile angebrachter Zeiger zeigt den Punkt der Scala an, welcher unter dem Zeiger angebracht werden muss, um dem matten Glase den richtigen Brennpunkt für irgend eine gegebene Entfernung des Gegenstandes zu geben. Scala und Zeiger können auch an der Camera angebracht werden. — Fig. 431 und 432 zeigt diese Anordnung. In *A* (Fig. 431) ist die Scala aussen am Körper und der Zeiger (Index) am beweglichen Theile. In *B* (Fig. 432) befindet sich die Scala an dem beweglichen Theile, während der Zeiger am Rande des festen Theiles angebracht ist. In beiden ist das Ende *P* der Scala der Brennpunkt für unendlich weit entfernte Gegenstände und *N* der Brennpunkt für ein lebensgrosses Bild. *M* der Brennpunkt für ein halb naturgrosses Bild; *O* für den vierten Theil eines solchen[148]).

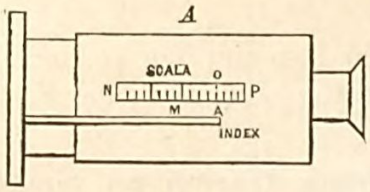


Fig. 431.

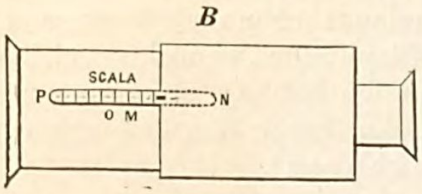


Fig. 432.
Scala zum Erleichtern des Einstellens.

D. Einstellen verschieden weit entfernter Gegenstände.

Befinden sich in verschiedener Entfernung von dem Objective *L L* drei Gegenstände *A*, *B*, *C* (z. B. Vorder- und Hintergrund einer Landschaft), so entstehen die optischen Bilder in *A'*, *B'*, *C'*, d. h. die in drei verschiedenen Ebenen der Landschaft gelegenen Gegenstände erzeugen hinter der Linse die ebenfalls in drei verschiedenen Vertical-Ebenen gelegenen Bildpunkte (Fig. 433). Aus diesem Grunde ist es unmöglich, auf der matten Scheibe das Bild von sehr nahen und sehr entfernten Gegenständen gleich scharf zu bekommen.

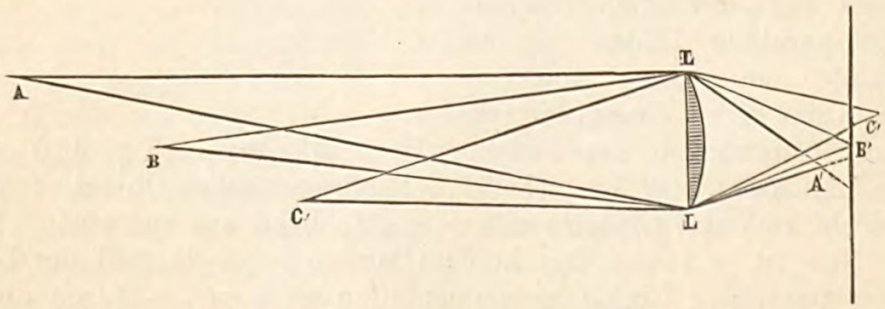


Fig. 433. Brennpunkt verschieden weit entfernter Gegenstände.

Ist auf einen sehr weit entfernten Gegenstand eingestellt, so muss der Auszug der Camera sehr zusammengeschoben werden; je näher der Gegenstand kommt, desto weiter rückt das Bild hinter das Objectiv und der Balg der Camera auseinandergezogen werden. (Vergl. über die Grösse des Gegenstandes im Bilde im Zusammenhang mit dessen Entfernung und der Brennweite des Objectives Heft III, S. 302.)

148) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 33; aus London phot. Soc. Bd. 7, S. 123.

Es gibt aber für jedes Objectiv eine gewisse Entfernung, von welcher ab die Gegenstände ihre Strahlen unter so wenig von einander verschiedenen Winkeln der Linse zusenden und von welcher ab, bei kleinen Blendungen, die Parallaxen der leuchtenden Punkte so klein sind, dass man die auffallenden Strahlen als parallel unter sich betrachten kann, aus welcher jenseits jener Grenze gelegenen Entfernung sie auch hergelangen. (Vergleiche hierzu „Die Tiefe der Objective“ Heft III, S. 288.)

Ein Objectiv liefert dann auf der Visirscheibe scharfe Bilder verschieden weit entfernter Gegenstände, wenn alle letzteren in einer genügenden Entfernung vom Objectiv liegen, dass ihr Bild sich in der Nähe des wirklichen Brennpunktes befindet.

Es nimmt die Tiefe des Brennpunktes in dem Verhältniss ab, je mehr sich die Objecte der Linse nähern, wie dies in der nachstehenden Monckhoven'schen Tabelle ersichtlich wird, welche die Vereinigungsweiten einer Linse von 10 cm Brennweite für Objecte, deren Entfernung sich nach und nach vermindert, darstellt.

Entfernung des Objectes.	Verlängerung der Vereinigungsweite der Linse.
10,000 m	0,001 mm
1,000 „	0,01 „
100 „	0,1 „
50 „	0,2 „
10 „	1,0 „
5 „	2,04 „
4 „	2,6 „
3 „	3,5 „
2 „	5,3 „
1 „	11,1 „
50 cm	25 „
40 „	33,3 „
30 „	50 „
20 „	100 „

Diese Tabelle ist sehr instructiv. Dieselbe zeigt deutlich, dass für Objecte, welche z. B. 50 m entfernt sind, die Focus-Entfernung der Linse sich nur um $^2/_{10}$ mm, eine kaum bemerkbare Entfernung, verlängert, für 10,000 m würde sie sich noch weniger, nur um $^1/_{1000}$ eines Millimeter verlängern. Alle über 50 m hinaus von der Linse entlegenen Objecte werden somit auf dem Einstellglas oder der Visirscheibe, scharf erscheinen, wie gross immerhin auch ihre Entfernung sein mag.

Wenn nun im Gegentheil das Object der Linse sehr nahe liegt, z. B. 30 cm, so muss das Einstellglas um 5 cm verschoben werden, wodurch die entfernteren Gegenstände aus der Brennweite kommen und unscharf werden.

Ebenso geben nur sehr wenig von der Linse entfernt liegende Objecte unter der Bedingung scharfe Bilder, dass sie unter sich sehr nahe liegen; hierin liegt die häufige Schwierigkeit dieselben scharf zu bekommen, wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist.

149) Darauf macht z. B. schon Sutton (Horn's Phot. Journal. 1861. Bd. 15, S. 112) aufmerksam.

Landschaftslinsen von kurzer Brennweite bilden alle Gegenstände, welche über eine gewisse Distanz entfernt sind, scharf ab; man wird dann nicht nur den Vordergrund, sondern auch den Hintergrund scharf erhalten.

Verwendet man solche Linsen zu Landschafts-Aufnahmen, so braucht man nicht für jede Aufnahme neu einzustellen, sondern kann dieselbe Stellung belassen.

Sutton theilte mit, dass eine Landschaftslinse von 25 cm Brennweite mit $^1/_2$ cm weiter Blende alle Gegenstände, welche zwischen einem Abstand von 14 m und einer unendlichen Entfernung von der Linse liegen, in der Mitte des Bildes scharf erscheinen. Der Raum zwischen 14 m und dem Unendlichen ist somit so zu sagen die Brennpunkt-Tiefe der Linse. Als practisches Resultat gab Sutton an, dass, wenn er die Linse in ihrem Hauptbrennpunkte vor der Visirscheibe befestigte, der Vordergrund, sowie auch alle Gegenstände, welche innerhalb der Brennpunkt-Tiefe liegen, scharf werden. Gleichzeitig wird man die Gegenstände an den Seiten des Bildes und über der Horizontlinie in ziemlicher Schärfe erhalten. Es ist daher einleuchtend, fährt Sutton fort, dass man bei so eingestellter Linse jahrelang gewöhnliche Ansichten aufnehmen kann, ohne dieselbe zu ändern. Nur wenn der Gegenstand näher als 14 m gerückt wird, muss der Brennpunkt geändert werden; dies kann aber nicht geschehen, ohne alle anderen Gegenstände aus dem Brennpunkt zu bringen und das Bild zu verderben.

Ein Objectiv mit 17 cm Brennweite und 0,4 cm Blendenöffnung hat (im obigen Sinne) eine Tiefe des Brennpunktes von 10 m bis zum Unendlichen; ein Objectiv von 50 cm Brennweite aber 28 m Brennpunkt-Tiefe, d. h. je kürzer die Brennweite, desto grösser ist die Tiefe des Brennpunktes.

Daraus folgt practisch, dass Landschafts-Linsen von kurzer Brennweite (etwa 25 cm) nicht für jede Ansicht eingestellt zu werden brauchen. Der Photograph wird es besser und practischer finden, an der Objectivröhre oder der Camera ein Zeichen zu machen und sofort aufzunehmen.

Auf diesen Principien beruhen die automatische Camera von Bertsch, der Detectiv-Apparat von Bolas etc., welche schon S. 361 beschrieben wurden.

XVI. Prüfung der Camera.

Die Camera, welche zu photographischen Aufnahmen dient, muss lichtdicht und richtig gearbeitet sein.

Der Weg zur Prüfung ist folgender:

A. Falsches Licht in der Camera.

Man hat sich zu überzeugen, ob nirgends eine Spalte oder ein Riss ist, durch welche fremdes Licht eindringen kann; ob Objectivbrett, Cassette etc. genau in ihren Falzen sitzen. Man kann bei geschlossenem Objectiv eine empfindliche Platte mittelst der Cassette in den Apparat bringen, den Cassetten-Schieber öffnen und nach einiger Zeit entwickeln, um zu sehen, ob ein Lichteindruck nachweisbar ist.

150) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. S. 128; Journ. London. Soc. Phot. Bd. 6, S. 267.

Nicht selten befindet sich im Innern der Camera eine glänzende Stelle; z. B. kann der matte schwarze Anstrich derselben durch vieles Reinigen seine Stumpfheit verloren haben. Dadurch entstehen während des Exponirens der Platte Reflexe in der Camera, welche der Brillanz des Bildes schädlich sind (namentlich bei hoch empfindlichen Platten bemerklich).

Bemerkt man solche glänzende Stelle, so bestreicht man sie mit dünnem Leimwasser, dem viel Russ eingerührt wurde[151]) oder mit dünnem Schellack-Firniss und viel Russ.

Von manchen Seiten wurde zur völligen Vermeidung von Reflexlicht im Innern der Camera empfohlen, im Innern der Camera grosse Blenden anzubringen. Dieselben verhindern, dass irgend welches directe Licht auf die Seiten fällt. Oder man bringt in Balg-Cameras einen am Cassetten-Ende weiteren Sack (Sammet?) an, dessen engeres Ende um das Objectiv herum mit Gummischnüren befestigt ist, so dass der Sack bei jeder Länge des Balges stramm bleibt[152]).

Ueber die blaue und weisse Camera s. Heft I, S. 43 und 44.

B. Cassetten-Differenz.

Nicht selten wird die Camera dadurch fehlerhaft, dass die in die Cassette gelegte empfindliche Platte nicht genau dieselbe Stelle einnimmt als die Visirscheibe. Dadurch verliert das Bild, welches auf der matten Scheibe dem Auge ganz scharf erschien, die Schärfe, was bei geringer Aufmerksamkeit mit Focus-Differenz verwechselt werden kann (s. Heft III, S. 292). Diesen Fehler nennt man Cassetten-Differenz.

Die sicherste Probe auf „Cassetten-Differenz“ ist folgende: Man legt die matte Scheibe in die Cassette, setzt diese in die Camera und stellt nun ein. Am besten bedient man sich dabei eines Porträt-Objectivs und eines auf Brett gespannten, schräg gestellten Zeitungsblattes. Hat man mittelst einer Lupe auf eine Zeile scharf eingestellt, so nimmt man die Cassette heraus und setzt die gewöhnliche Visirscheibe ein. Erscheint auch auf dieser das Bild derselben Zeile noch vollkommen scharf, so ist keine Cassettendifferenz vorhanden. — Andererseits kann man durch Verrücken der matten Scheibe leicht die Grösse der Differenz finden und danach die Cassette corrigiren[153]). Es kommen dabei Fehler von 1 mm nicht selten vor.

Um bei photographischen Aufnahmen die empfindliche Platte genau in dieselbe Ebene zu bringen, in der vorher die Visirscheibe war, benutzt man bis heute keine weiteren Vorrichtungen, als dass man die Auflagepunkte in der Cassette möglichst genau übereinstimmend mit denen der Visirscheibe richtet.

Eine vollständige Uebereinstimmung, durch die allein die grösstmögliche Schärfe erzielt werden kann, ist nach E. Buehler auf diesem Wege für die Dauer

151) Als Schwärze für Camera-Holz wurde empfohlen: Man kocht Blauholz mit gleich viel Wasser und setzt etwas Soda zu. Hiermit streicht man das Innere der Camera an, bis das Holz nicht mehr dunkler wird. Nach dem Trocknen nimmt man ein Tuch mit etwa 4 % Eisenvitriollösung und reibt diese in's Holz hinein. Dadurch entsteht ein tiefes Schwarz, welches nicht auf, sondern in dem Holz liegt (Phot. Archiv. 1871. S. 55).

152) Phot. Wochenbl. 1881. S. 110; aus Brit. Journ. of Phot. 1881. S. 142.

153) Phot. Mitth. 1874. Bd. 11, S. 176.

unmöglich, denn wenn auch für den Anfang die Ebenen ziemlich übereinstimmend gemacht würden, so werden sich doch nachtheilige Veränderungen, hervorgerufen durch die Feuchtigkeit und andere Zufälle, durch welche die Holzrahmen sich verziehen, sehr bald einstellen.

Man sucht allgemein durch Einschalten von Blenden diesen Fehler zu heben. Durch eine Blende vom dritten oder vierten Theil Oeffnung des Objectivs werden in der That auch diese kleinen Ungenauigkeiten in der Stellung der Platte corrigirt, jedoch wird die Belichtungsdauer hierdurch auch 2 bis $2^1/_2$ mal grösser. Bei der von Buehler angewendeten und aus Fig. 434 bis 436 ersichtlichen Vorrichtung (Deutsches Reichspatent vom 20. Mai 1879) sind obengenannte Ungenauigkeiten nicht möglich und können Aufnahmen von grösster Schärfe und kürzester Belichtungszeit gemacht werden.

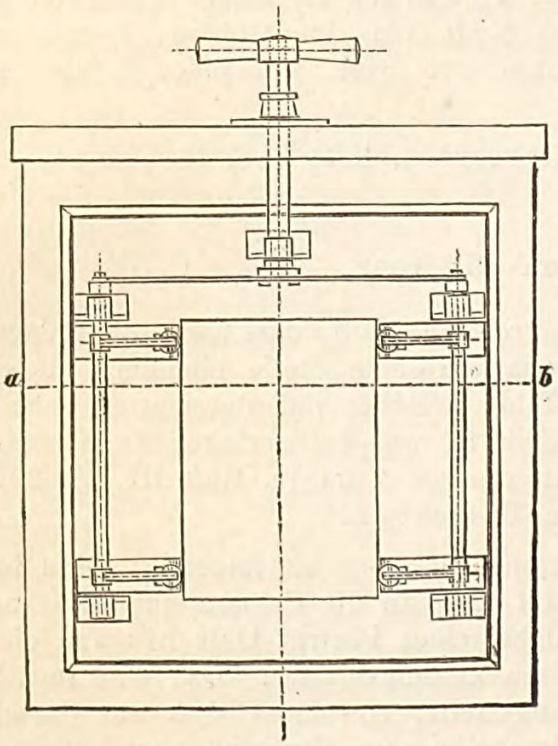


Fig. 434.

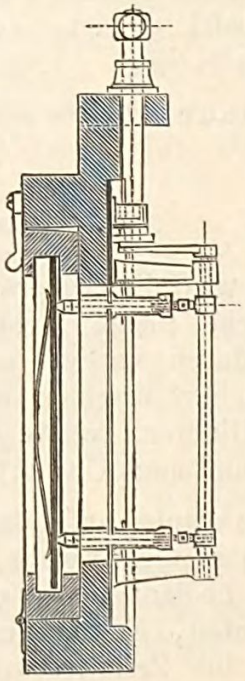


Fig. 435.

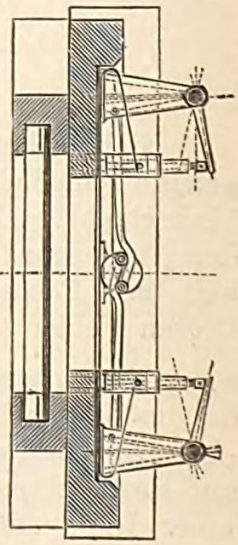


Fig. 436.

Vorrichtung zum scharfen Einstellen.

An einer den hinteren Theil der Camera schliessenden Holzplatte befindet sich ein durch Charniere umlegbarer Rahmen, in dessen breitem Falz sich die Visirscheibe, nach der Axenrichtung des Objectivs beweglich, durch zwei seitlich angebrachte Federn in der Richtung nach letzterem gedrückt, befindet.

Die erstgenannte Holzplatte ist mit einer Oeffnung von der zu belichtenden Fläche versehen und gehen hart am Rande dieser Oeffnung vier Stifte durch die Platte hindurch, welche durch vier Federn nach dem Innern der Camera gehalten werden und zwar so, dass an der Aussenseite der Platte nichts hervorsteht. Durch vier Hebel, welche auf zwei Axen befestigt sind, die ihrerseits wieder durch eine Doppelkurbel und durch einen aussen angebrachten Griff bewegt werden, können diese Stifte nach aussen gegen die Visirscheibe gedrückt werden. Die Doppelkurbel lässt sich um 180° drehen und ist dann wieder in einer Ruhelage, wobei auch zugleich die vier Stifte ihre äusserste Stellung erlangt haben. Ehe sie jedoch diese äusserste Stellung erreichen, berühren sie die Visirscheibe und führen sie noch etwa 2 bis 3 mm mit nach aussen, indem sie dabei den Druck der darauf pressenden Federn überwinden. Es wird somit die Visirscheibe nicht mehr auf ihren eigenen Rahmen, sondern auf diese vier Stifte gepresst sein. Wird nun in

dieser Stellung ein Bild scharf eingestellt, die Stifte mittelst des oben angebrachten Griffes zurückgezogen, statt der Visirscheibe die empfindliche Platte eingesetzt und die Stifte dann wieder nach aussen gestellt, wobei dann die in der Cassette befindlichen Federn die empfindliche Platte auf diese Stifte aufdrücken, so ist letztere, sobald die Kurbel wieder in ihrer Ruhelage angekommen ist, auf's genaueste in dieselbe Ebene gebracht, nach der vorher das Bild auf die Visirscheibe eingestellt wurde[154]).

C. Uebereinstimmung der Einlegerahmen.

Ebenso wie die Visirscheibe mit der Cassette selbst in ein und derselben Ebene liegen muss, so müssen auch die einzelnen Einlegerahmen damit übereinstimmen. Je grösser die Zahl der Einlegerahmen, desto grösser wird die Gefahr der Abweichung. Die Prüfung geschieht gerade so, wie auf „Cassetten-Differenz“ (s. S. 457).

D. Die Visirscheibe steht nicht parallel dem Einlegerahmen,

mit anderen Worten, die optische Axe ist nicht senkrecht auf der Visirscheibe.

Dieser Fehler kann ein constanter zufolge schlechter Construction der Camera sein, oder es reibt sich beim Ausziehen die eine Seite der Visirscheibe stärker auf dem Bodenbrett als die andere und bleibt somit etwas zurück, was eine schräge Stellung verursacht.

Am besten prüft man nach Stolze in dieser Richtung durch folgende Methode[155]): Man stelle auf feine Schrift so ein, dass sie auf der einen Seite der Visirscheibe scharf erscheint, und drehe dann die ganze Camera auf dem unverändert stehen bleibenden Stativ so weit, dass nur das eingestellte Object auf der entgegengesetzten Seite der Visirscheibe sichtbar ist. Bleibt das Bild scharf, so ist kein wirklich nachtheiliger Fehler vorhanden. Man kann bei dieser Gelegenheit auch leicht untersuchen, ob überhaupt eine wenn auch unerhebliche Differenz da ist. Man braucht nämlich nur die Grösse desselben Gegenstandes in beiden Stellungen der Camera auf der Visirscheibe oder noch genauer auf einer wirklich exponirten Platte zu messen, bei der man zuerst eine, dann die andere Hälfte wie bei der Herstellung von Doppelbildern verdeckte. Bleibt die Grösse constant, so war die Camera ganz exact gebaut.

E. Das Objectiv sitzt nicht richtig zu seinem Anschraubering,

mit anderen Worten, es befindet sich in einem falschen Gewinde; oder die Anschraubung sitzt nicht parallel mit dem Objectivbrett.

Man stellt wie auf S. 456 auf feine Schrift ein, so dass das Bild auf beiden Seiten der Visirscheibe gleich scharf erscheint. Man dreht dann das Objectiv in seinem Ring einmal halb herum. Ist es richtig, so wird das Schärfeverhältniss an beiden Seiten dasselbe bleiben; ist es fehlerhaft, so wird es umgekehrt.

154) Phot. Corresp. 1880. S. 37.
155) Phot. Wochenbl. 1881. S. 125.

Um einem solchen Fehler abzuhelfen, genügt es, an einer Seite unter den Anschraubering etwas unterzulegen, so dass die Axe des Objectivs senkrecht zur Visirscheibe steht.

Entsteht der Fehler aber durch Schwanken des hinteren Theiles der Camera in Folge einseitigen Schleifens, so kann der Tischler abhelfen [156]).

156) Stolze, Phot. Wochenbl. 1881. S. 124.

Fünftes Heft:

Atelier und Laboratorium des Photographen.

„L'emplacement le plus favorable pour l'exécution des portraits est, sans contredit, un pavillon vitré disposé ... Un système de videaux que l'on tire à volonté, permet le modifier partiellement l'éclairage, suivant les exigences de la lumière atmosphérique, ou suivant les effets artistiques que l'on veut obtenir. Cependant, comme tout le monde n'a pas à sa disposition une construction comme celle que nous venons de décrire, on pourra également faire des portraits dans une cour spacieuse ou dans un jardin, en choisissant l'exposition la plus favorable, qui est ordinairement celle du nord."

E. De Valicourt.

(Nouveau manuel complet de photographie. Paris. 1851. S. 148.)

FÜNFZEHNTES CAPITEL.

ANLAGE UND EINRICHTUNG DER ATELIERS.

Literatur:

H. W. Vogel, Lehrbuch der Photographie. 3. Aufl. 1878. — O. Bühler, Atelier und Apparat des Photographen. 1869. — A. Liébert, La Photographie en Amérique. 1878. — Liesegang, Handbuch der photographischen Verfahren. 1880. — Monckhoven, Traité général de Photographie. 1880. — Wilson's Photographics. 1881.

Das Atelier, worin der Photograph die zu photographirenden Objecte placirt, hat den Zweck, dieselben vor Wind und Wetter zu schützen und die Beleuchtung nach Bedarf zu verändern und den Objecten anzupassen.

Da das Atelier sehr hell erleuchtet sein muss, so ersetzt man einen Theil der Wände und der Decke durch Glas, weshalb das Atelier im engeren Sinne auch Glashaus genannt wird.

Das Glashaus ist für den Porträt-Photographen von grösster Bedeutung. Insofern dem Photographen in der Anordnung der Modellbeleuchtung ein gewisser Grad von Freiheit gegeben ist, ist die Photographie Kunst. Benutzt er ihn mit Einsicht und Verständniss, so ist er Künstler, benutzt er ihn nicht, so ist er ein gewöhnlicher Handwerker (Bühler).

I. Ueber die Beleuchtung.

Zunächst sei erwähnt, dass man das Licht, in Bezug auf die Richtung, in welcher die Lichtstrahlen auf das Object fallen, eintheilt in:

1) Reines Oberlicht, — wenn die Strahlen senkrecht auf den Scheitelpunkt des Objectes fallen;

2) Reines Vorderlicht, — wenn die Strahlen horizontal auf die Vorderseite des Objectes fallen;

3) Reines Seitenlicht, — wenn das Object durch horizontale Strahlen ausschliesslich von der rechten oder linken Seite her beleuchtet wird.

Keine dieser drei Beleuchtungsarten ist für sich allein zur Herstellung künstlerischer Porträte brauchbar. Man muss sie combiniren. Meistens lässt man das Licht von oben ungefähr unter einem Winkel von 45° einfallen, indem man zum Theil die Seite des Kopfes von oben beleuchtet („seitliches oberes Vorderlicht"). Selbstverständlich ändern sich diese Verhältnisse je nach der Physiognomie der Person.

Je mehr das Gesicht dem Lichte zugewendet ist, desto flacher wird es. Ein altes mit Runzeln und Falten wird daher bei Anwendung von Vorderlicht jünger erscheinen, als wenn das Licht mehr von der Seite und von oben fällt. Umgekehrt erscheint ein junges Gesicht älter bei Anwendung von viel Seiten- und Oberlicht. Dem Kopf muss man ferner eine solche Haltung geben, dass sein Umriss gegen den Hintergrund eine angenehme gerundete Linie liefert. Man schiebe nun die Gardine so, dass das Licht nur in einem Winkel von 45° einfällt und nur Stirne und Nase heller macht. Das Licht ist dann für nicht stark markirte Züge meist ganz richtig, vollkommen weich und zerstreut. Erscheinen die Wangen eingesunken, so öffne man die unteren oder schliesse die oberen Vorhänge etwas, an die Schattenseite stelle man einen Reflexschirm (Bigelow).

Die Wahl der richtigen Beleuchtung ist ein wichtiges Moment für den Porträt-Photographen, um schöne Bilder zu erzeugen.

Das Licht ist ein williges Werkzeug in den Händen dessen, der es zu beherrschen versteht und in der Handhabung der Lichteffecte erkennt man sofort den Künstler. Wie bei einem Gemälde müssen auf der Photographie Licht und Schatten mit Geschmack vertheilt werden, damit das Bild einen harmonischen Effect macht.

Die schönsten Porträte sind jene, bei welchen die Halbtöne mehr brillant sind und absolut weisse und schwarze Partien vermieden sind. Grelle Lichter dürfen höchstens an den hervorragenderen Theilen des Gesichtes, wie der Nase, dem Kinn etc., sich vorfinden, um das Gesicht plastisch und nicht platt erscheinen zu machen.

Es wäre ein Irrthum zu glauben, dass sich alle Porträte auf gleiche Weise beleuchten lassen; es gibt sehr vortheilhafte Beleuchtungen für gewisse Physiognomien, welche anderen sehr ungünstig sind.

Senkrecht von oben einfallendes Licht macht die Züge scharf hervortreten und gibt dem Gesicht eine Härte, welche ihm nicht zukommt. Gerade für Personen, welche z. B. hervorstehende Stirne und eingesunkene Augen haben, ist sie ganz schlecht; diese brauchen sanftes zerstreutes Licht. Eher würde es sich für Personen mit flachen, wenig ausgeprägten Gesichtszügen eignen.

Die Wahl der Beleuchtung kann ein Gesicht verschönern oder das Gegentheil bewirken. Dieselbe Beleuchtung, welche für einen energischen Kopf ein sehr charakteristisches Bild liefert, wird sehr ungünstig sein für ein junges Mädchen oder ein Kind. Im ersten Falle werden die dunklen Massen mit erhellten abwechseln, die breiten, hellen Lichter werden durch die kräftigen Schatten unterstützt; im zweiten Falle aber muss man die ausgedehnten Schatten meiden, das Licht soll mehr gleichmässig auffallen, damit die Halbtöne zart in die heller erleuchteten Partien übergehen.

Das durch Vorhänge, Schirme, matte Gläser moderirte Licht ist es, mit welchem man in einem Atelier gewöhnlich ausreicht. Ist dieses zu einförmig, so lässt man einige directe Lichtstrahlen von oben und der Seite einfallen, um dem Bilde Relief und Contraste zu geben. Zu kräftige Schatten mildert man mittelst weisser oder gefärbter Reflectoren, indem man sich in Acht nimmt, keine falschen Effecte oder Verflachung der Züge zu verursachen.

Das unter einem ungefähren Winkel von 45° auffallende Licht wird gewöhnlich zur Beleuchtung verwendet.

Für Porträte in ganzer Figur kann man das Licht auf das Modell nicht in jener Art concentriren, wie bei der Herstellung eines blossen Brustbildes,

denn man muss die ganze Person beleuchten, um Details in allen Partien zu erhalten. Deshalb muss man mit viel Ober- und Seitenlicht arbeiten, wodurch man oft gehindert ist jene Effecte zu erhalten, die man wünscht.

In allen Fällen, in welchen das Porträt Relief bekommen soll, ist es gut, das Modell nicht zu sehr in den Hintergrund der Glasbedachung zu setzen. Besser ist die Stellung unter dem Beginn der Verglasung, weil die Beleuchtung unter günstigen Bedingungen durch richtige Behandlung der Vorhänge etc. kommt (Liébert).

In den ersten Jahren der Daguerreotypie wurden Beleuchtungsschirme oder andere Vorrichtungen zur Regelung der Beleuchtung bei Porträt-Aufnahmen nur selten benutzt, weil man nur im directen Sonnenlicht arbeiten konnte. In einer Aeusserung Arago's, die er 1839 gelegentlich seines Berichtes über die Daguerreotypie that, finden sich allerdings schon die ersten Spuren der Einführung der Glashäuser; er schlug nämlich vor, die Person in's Sonnenlicht hinter eine blaue Glaswand zu setzen, damit sie nicht geblendet werde. Die Gebrüder Susse empfahlen in selbem Jahre die Schattenseite der in der Sonne sitzenden Person mit weissen Tüchern zu erhellen (Lerebours', „Daguerreotypie" 1839. S. 88). Jedenfalls legten einsichtsvolle Photographen schon um 1850, als die Daguerreotypie noch in voller Blüthe stand und das Collodion-Verfahren noch nicht entdeckt war, schon grossen Werth auf die Wahl des Ateliers, der Gardinen und des Hintergrundes [1]).

II. Porträt-Aufnahme unter freiem Himmel.

Unter freiem Himmel aufgenommene Porträte sind meist flach und ungenügend in Folge des Mangels bestimmter Schatten. Bei Aufnahmen in der Sonne ist der Fehler der entgegengesetzte, indem das Gesicht so beschattet ist, dass man es oft nicht erkennen kann.

Die primitivste Form eines Aufnahmeraumes ist ein Platz unter freiem Himmel, der durch eine nach Norden gelegene Wand vor directem Sonnenlicht geschützt ist. Von diesem Raum sperre man nach und nach gerade so viel Licht ab, bis eine gute Bildwirkung erzielt ist. — Dies ist auch der leitende Gedanke bei dem Bau eines photographischen Glassalons [2]).

Da das directe Oberlicht Schlagschatten unter Nase und Kinn bringt, so setzt man das Modell unter einen kleinen Vorbau. Da es ferner für die Charakteristik des Porträts nicht selten von Wichtigkeit ist, das Modell nach Belieben von links oder rechts zu beleuchten, so muss hierauf Rücksicht genommen werden.

Nach Liébert u. A. bedient man sich zur Herstellung von Porträten im Freien mit Erfolg des in Fig. 437 abgebildeten Zeltes. Der Hintergrund hat 2 m Breite und 2,2 m Höhe; die beweglichen Seitenwände sind 1,2 m breit. Der Kopfschirm kann mittelst Spreizen höher oder tiefer geneigt werden; er hat 1,2 $\times$ 2 m im Gevierte; darin befindet sich das Modell. Die Vorhänge rechts und links können leicht gewechselt werden.

1) Dies geht aus Valicourt's „Manuel complet de Photogr." 1851. S. 148 hervor.

2) Schrank, Phot. Corresp. 1868. Bd. 5, S. 199.

Remelé empfiehlt Porträte im Freien nur an bedeckten Tagen zu machen. Auf dem Lande kann man die Beleuchtung z. B. in einem Scheunenthor gut reguliren. Die beiden Thorflügel dienen zur Regulirung des

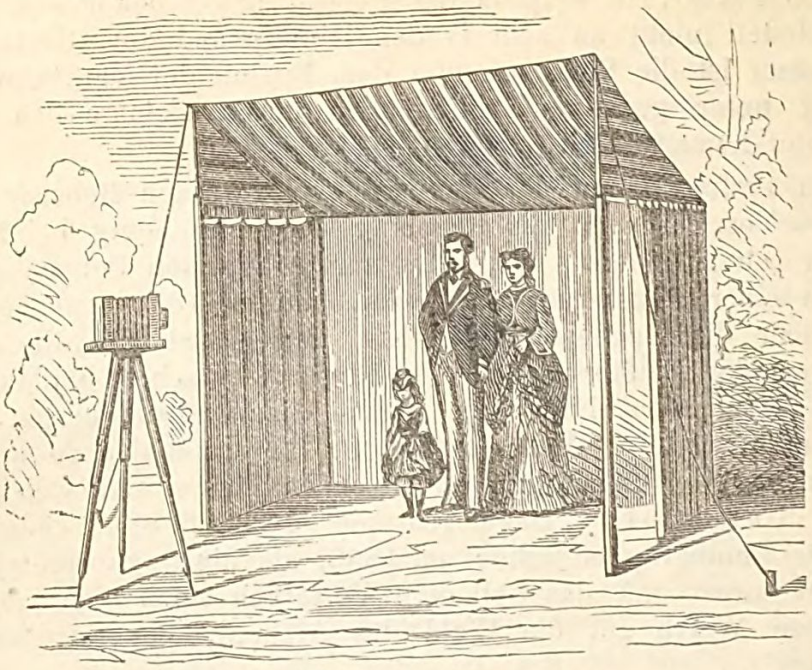


Fig. 437. Zelt zur Aufnahme im Freien.

seitlich auffallenden Lichtes. In den meisten Fällen wird man die verkürzte Seite des Gesichtes als Schattenseite nehmen müssen. Steht keine Thor Oeffnung zur Verfügung, so kann man in einem Hofe arbeiten, wie Fig. 438 anzeigt. *ab* ist der Hintergrund, *c* die Person, bei *f* oder *f'* der Apparat. Die Beleuchtung ist dann hinlänglich seitlich. Das zu starke Oberlicht kann durch einen über dem Kopf angebrachten Schirm abgeschwächt werden. Eventuell kann man durch einen weissen Reflexschirm bei *bd* die Schattenpartien aufhellen[3]).

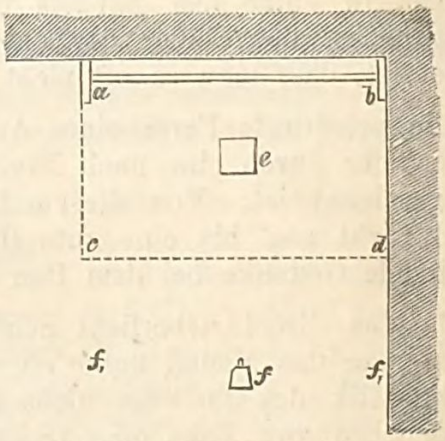


Fig. 438. Aufnahme im Freien.

III. Porträt-Aufnahmen im Zimmer.

Ein gewöhnliches Wohnzimmer mit einem oder mehreren Fenstern macht die Aufnahme künstlerisch wirkender Porträte schwer. Jedoch kann man auch in einem Zimmer ganz hübsche Porträte erzielen. Hat z. B. das Zimmer ein Fenster nach Osten, so setze man die Person mit einer Seite in

3) Remelé, Handbuch der Landschafts-Photographie. 1880. S. 128.

die Nähe des Fensters und beleuchte die andere Seite durch ein Paar weisse Reflector-Schirme. In Fig. 439 stellt EW das Fenster, S den Sitzenden, B den Hintergrund, RR die Schirme und C die Camera vor. Man kann auch einen weissen Stoff auf den Boden vor dem Sitzenden, und einen anderen schief geneigt über ihm befestigen, so dass Licht von oben auf seinen Kopf reflectirt wird[4]).

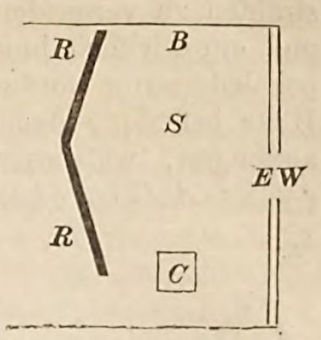


Fig. 439. Aufnahme im Zimmer.

Die Fenster des Zimmers sollen womöglich nach Norden gehen, oder wenigstens nicht von der Sonne beschienen sein, so lange das Zimmer als Atelier benutzt wird.

IV. Allgemeine Bemerkungen über den Bau eines Ateliers.

Ein Aufnahme-Raum (Atelier) soll viel Licht haben. Eine Construction ganz aus Glas wäre aber zweckwidrig und sinnlos, obschon auch diese Construction ausgeführt wurde[5]).

Im Allgemeinen lässt sich die bauliche Construction der Glashäuser durch folgende drei Hauptformen charakterisiren (Bühler):

1) Die Pultform, welche gewöhnlich nur das Dach und die Vorderseite von Glas führt und sich mit der Rückseite an einen hohen Gegenstand anlehnt (vergl. Fig. 454).

2) Die Hüttenform, deren Glasdach in einen Winkel gebrochen nach beiden Seiten abfällt und deren Front und Seitenwände mehr oder weniger vollständig eingeglast sind (vergl. Fig. 443 und 458).

3) Die Tunnelform, welche eine der vorhergegangenen beiden Formen mit einem tunnelartigen Gang verbindet, in welchem das Instrument steht (Fig. 459 und 460).

Die Ateliers können wohl auch in solche zu Porträt-Aufnahmen und solche zu Reproductionen von Plänen etc. eingetheilt werden. In der Anlage der letzteren ist jedoch kein solcher Unterschied, dass nicht jedes der ersteren hierzu brauchbar wäre. Sollte jedoch ein Reproductions-Atelier eigens angelegt werden, so kann die Hütten- und Tunnel-Form dienen; man muss dann Sorge tragen, dass das Licht von oben und beiderseits gleichmässig einfällt.

Der Bau des Ateliers, die Auswahl des Bauplatzes, oder vielmehr die Methode, die man befolgen muss, wenn der Bauplatz gegeben ist, verdienen eine sorgfältige Erwägung, bevor man sich endgültig über die Ausführung entscheidet.

Zuerst handelt es sich um die Wahl eines Bauplatzes. Um vollkommen einzusehen, wie diese Wahl ausfallen muss, ist es gut, sich mit der Idee vertraut zu machen, dass es bei der Anfertigung eines guten Bildes nicht so sehr auf die Intensität des Lichtes als vielmehr auf die Qualität desselben ankomme. In der That veranlasst ein starkes Licht stets Schlagschatten von übler Wirkung und eine Zusammenziehung der Züge der Porträte.

Man muss also in den meisten Fällen die directe Einwirkung der Sonnenstrahlen vermeiden. Ohne läugnen zu wollen, dass bei Künstlern von

4) Schadholt, Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 214.
5) Vergl. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 9.

seltener Geschicklichkeit ein Atelier mit vollem Sonnenlichte Beleuchtungen von grossem Effecte möglich macht, geben wir dennoch den Rath, diese Sonnenstrahlen zu vermeiden, und zwar aus dem Grunde, weil eine tüchtige Praxis und ein wirklich künstlerischer Blick zwei Eigenschaften sind, die sich selten bei Jedermann vorfinden. Ein Glashaus wird sich immer in einer gewissen Höhe befinden, damit die Dächer der benachbarten Häuser nicht das Licht auffangen, welches von dem untern Theile des Himmels herkommt. Ein Atelier *A* (Fig. 440), welches das Licht von oben bekommt, weil in der

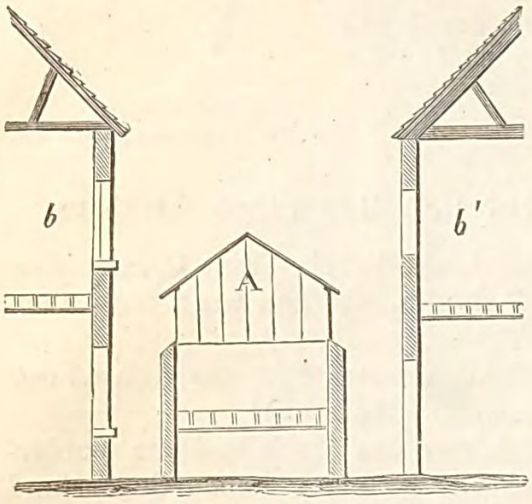


Fig. 440.

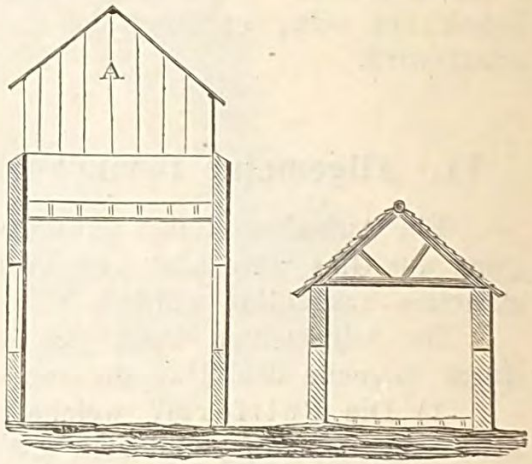


Fig. 441.

Lage des Ateliers.

Nachbarschaft zwei Häuser *b* und *b'* höher sind, wird in Betreff der Schlagschatten stets erbärmliche Leistungen geben, während ein Atelier *A* (Fig. 441), oben auf einem Hause erbaut, in dessen Nachbarschaft kein Dach das horizontale Licht auffängt, eine kürzere Sitzung und eine leichtere Beleuchtung ermöglicht. Man sollte also in den Städten die Glashäuser lieber im obern Stocke als im Erdgeschoss anbringen, wenn nicht die Häuser ungewöhnlich niedrig sind oder das Licht nicht von drei Seiten her frei einfallen kann. Ebenso sehr muss vermieden werden, dass die Umgebung (weiss angestrichene Wände etc.) Licht in das Glashaus reflectirt.

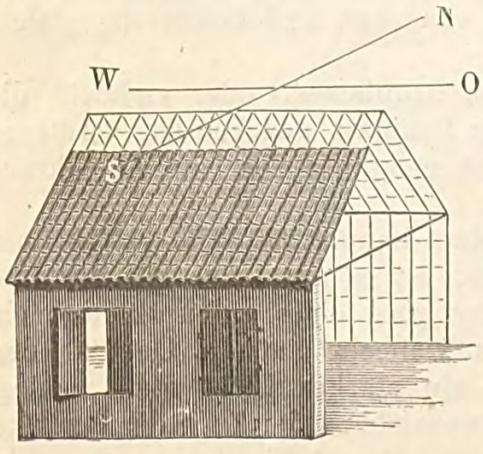


Fig. 442.

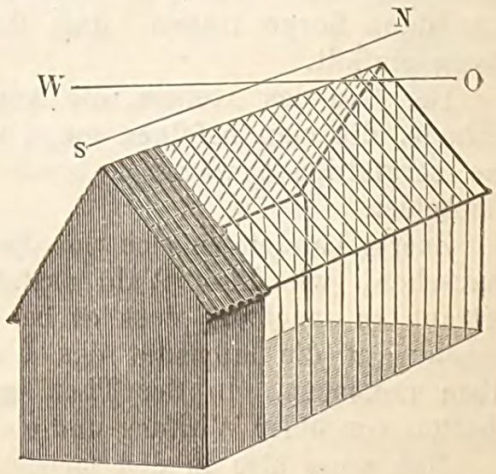


Fig. 443.

Lage des Ateliers.

Ein zweiter nicht weniger wichtiger Punkt besteht in der Auswahl derjenigen Seite, welche man verschlossen halten will, während die andere mit

Glasscheiben versehen wird, mit anderen Worten die astronomische Lage des Ateliers. Hier sind zwei Fälle möglich. Der erste ist der günstigste, wenn die eine Seite nach Norden liegt oder die Linie des Daches der Linie Ost-West entspricht. In diesem Falle wird die Nordseite vollständig mit Glasscheiben versehen (Fig. 442).

Ein zweiter, ungünstigerer Fall liegt vor, wenn die Linie Ost-West Fig. 443 der Linie des Dachses nicht parallel liegt. In diesem Falle kann man die Südseite vollständig abschliessen und unter diesem abgeschlossenen Raume die Person sitzen lassen, wohlverstanden, wenn die Sonne scheint. Die Person muss nach Norden sehen, damit die Ruhe der Gesichtszüge, welche sich durch die Wirkung eines sehr starken Lichtes zusammenziehen, nicht verloren geht. Des Morgens, wenn die Sonne im Osten steht, wird diese ganze Seite des Ateliers durch Vorhänge von Innen verschlossen, am Nachmittage ist das Gegentheil der Fall.

V. Verglasung des Ateliers.

Das zum Eindecken des Glashauses verwendete Glas soll dem Durchgang der chemisch wirksamen Strahlen möglichst wenig hinderlich sein (vergl. Heft I, S. 65). Man wählt ein rein weisses oder schwach bläulich weisses (mit ein wenig Kobalt gefärbtes) Glas, keineswegs aber ein gelbliches oder grünes. Das Glas soll nicht zu dünn sein, damit es einem Hagelschauer zu widerstehen vermag, und die Scheiben sollen nicht zu klein sein, damit das Sparrenwerk nicht zu viel Licht wegnimmt[6]). Auch „Hartglas“ wurde zum Eindecken des Ateliers empfohlen[7]).

Ausser rein weissem Glase ist auch bläulich weisses — welches kein Mangan enthält[8]) — gut zu verwenden, da es ebenfalls alle chemischen Strahlen durchlässt. Leider verändert sich das weisse Glas allmählich im Lichte (vergl. Heft I, S. 15 und 67). In dem Verhältniss, in welchem eine Glassorte eine gelbe oder rosenrothe Färbung annimmt, verliert sie ihre Durchlässigkeit und damit ihren Werth als photographisches Glas[9]), was dann eine mit der Zeit immer wachsende Verlängerung der Expositionszeit zur Folge hat und thatsächlich mehrfach, z. B. von Forrest 1858[10]), beobachtet wurde.

Von viel mehr Einfluss als die Veränderung der Farbe des Glases durch Licht ist die Ablagerung von Staub, Sand etc. auf dem Glasdach; dadurch kann die Expositionszeit enorm verlängert werden.

Simpson erwähnt eines Falles, in welchem nach der vollkommenen Reinigung der Verglasung von Innen und Aussen die Expositionszeit auf

6) Die Sparren können ungefähr $^1/_2$ m von einander entfernt sein. Es genügt, wenn die Scheiben 2 cm übereinandergreifen. — Die Dicke des Glases kann 5 bis 6 mm betragen; ja bei Dächern mit 3 mm starken Gläsern lassen sich keine beträchtlichen Hagelschäden nachweisen. Allzu starke Gläser sind nicht zu empfehlen: Einerseits wegen der bedeutenden Lichtschwächung, andererseits deswegen, weil sie grossen Bruch ergeben, wahrscheinlich der unvollkommenen Kühlung halber. Keinesfalls soll man über 10 bis 12 mm Stärke hinausgehen (Dingler's Polytechn. Journ. 1881. Bd. 242, S. 305).

7) Phot. Mitth. 1877. Bd. 14, S. 152.

8) Die Photographen haben hauptsächlich darauf zu achten, dass ihre Gläser frei von Mangan und von recht heller Farbe sind.

9) Gaffield, Phot. Mitth. 1868. Bd. 5, S. 53.

10) Bull. Soc. franç. 1858. S. 55.

den sechsten Theil reducirt wurde[11]). Verstaubte, schmutzige Gläser können mit concentrirter Soda-, Aetznatron- oder Cyankalium-Lösung gereinigt werden.

In Ateliers, die so gelegen sind, dass die Sonne oder störende Reflexe Zutritt haben, ist eine Vorrichtung zur Zerstreung der directen Strahlen ohne zu grosse Lichtausschliessung äusserst wichtig. Man benutzt nicht selten matt geschliffenes Glas hierzu. Dieses nimmt aber ziemlich viel Licht fort. Helles durchsichtiges Papier oder Leinwand ist zwar anfangs sehr gut, wird aber bald schmutzig und gelb.

Ein Anstrich des Glases mit Stärkekleister (nach dem Vorschlage Blanchard's) zerstreut alle directen Strahlen und nimmt fast kein Licht fort. Der Kleister muss aber sehr dünn sein und wird warm mit einem Pinsel aufgetragen. Trocken ist der Anstrich sehr durchsichtig. Wenn er schmutzig ist oder nicht mehr gebraucht wird, entfernt man ihn leicht mit einem feuchten Schwamm[12]).

Auch ein mit Zinkweiss versetzter Leinölfirniss kann zum Mattiren dienen.

Der Versuch, die Zerstreuung des Lichtes durch fein gerippte (gepresste) Glastafeln zu bewirken, wurde mehrfach, z. B. im Atelier Adèle in Wien, gemacht[13]) und dieser Vorgang zur Nachahmung empfohlen; die Resultate waren jedoch nicht immer befriedigend, weil durch Brechung der Sonnenstrahlen störende Reflexlichter auftreten sollen (Privat-Mittheilung von H. Leyde). Stolze zieht Buckelglas dem Rippenglas vor[14]).

An Stelle des weissen Glases wurde mehrfach blaues oder violettes empfohlen.

Das blaue Glas im Atelier tauchte bald nach der Entdeckung der Daguerreotypie auf, da schon Herschel (1839), ferner Draper (1842), Claudet (1847) u. A. (vergl. Heft I, S. 54) bemerkten, dass das rothe und gelbe Licht die Wirkung des weissen unter gewissen Umständen aufheben kann. Man hoffte durch Ausschliessung der rothen und gelben Strahlen die photographische Wirkung des weissen Tageslichtes zu erhöhen und dies führte zur Benutzung des blauen und violetten Lichtes im Atelier, sowie zur Anwendung gefärbter Linsengläser, worüber schon gesprochen wurde (s. Heft III, S. 297). Zugleich hoffte man den zu grellen Unterschied einiger Farbentöne zu mildern und eine mehr harmonische Wirkung hervorzubringen. In den fünfziger Jahren waren mit blauem Glas gedeckte Ateliers häufig zu finden[15]). Man combinirte wohl auch blaue Gläser mit matten Scheiben, wenn die Sonne genirte[16]).

Das blaue Glas wurde dann vergessen und tauchte für kurze Zeit im Jahre 1862 wieder auf, als einige amerikanische Photographen, unter Anderen Frederiks in New-York, es verwendeten.

11) Phot. Corresp. 1868. Bd. 5, S. 159. Auch Gulliver theilte 1859 dieselbe Beobachtung mit; Reinigen des Glases mit Kreide nutzte wenig, dagegen half concentrirte Cyankalium-Lösung radical (Bull. Soc. franç. 1859. S. 205; aus Phot. News. 1859).

12) Simpson, Phot. Arch. 1867. S. 362.

13) Phot. News 1881. S. 94.

14) Phot. Wochenbl. 1882. S. 364.

15) Z. B. wendete Disdéri 1851 blauen Musselin und 1856 Scheiben von hellblauem Glas an (dunkelblaues verschluckte nach seinen Angaben 3mal mehr Licht). (Horn's Phot. Journ. 1856. Bd. 6, S. 94, aus La Lumière.)

16) Horn's Phot. Journ. 1859. Bd. 12, S. 56.

Die Färbung der Glasscheiben des Ateliers durch einen violetten Firniss[17]) wurde von Scotellari (1876) sehr befürwortet, weil dadurch gegenüber farblosem Glas 1) eine Abkürzung der Exposition auf die Hälfte (!?) bewirkt werden, 2) weniger Retouche nothwendig sein, 3) das Auge weniger geblendet und dadurch der Gesichtsausdruck natürlicher, 4) die Lichtpartien besser durchgearbeitet sein sollten[18]). Diese Angaben riefen eine ausgedehnte Polemik hervor und ihnen entgegen zeigten vielfache Experimente, dass das durch blaues oder violettes Glas dringende Licht entschieden weniger wirksam ist, als das durch farbloses Glas gegangene (vergl. Heft III, S. 298).

Es ist ungemein schwer, ein aus Glas und Eisen gebautes Atelierdach vollkommen wasserdicht zu erhalten, weil die Ausdehnung von Glas und Eisen in der Wärme zu verschieden ist: verkittet man es mit gewöhnlichem Kitt, so wird derselbe mit der Zeit hart und spröde, so dass er sich bei Temperaturwechsel losreisst und Sprünge bekommt; klemmt man Kautschukstreifen durch die Glasplatten fest ein, so dass dieselben zwischen Eisen und Glas liegen, so ist (wenigstens so lange der Kautschuk geschmeidig bleibt) das Eindringen von Nässe vermieden[19]).

Um die Glasplatten wasserdicht in das eiserne Rahmenwerk einzukitten wurde folgende Methode empfohlen: Man schmelze 1 Theil Talg und 2 Theile Harz und tauche schmale Streifen von Leinwand in die Masse. Hierauf bedeckt man die mit Glaserkitt bereits ausgestrichenen Fugen der Rahmen mit diesen Streifen, so dass 1 oder 2 cm der Breite derselben unter die Ränder der Glastafel zu liegen kommen und drückt die Tafeln ein, so lange die Fettmasse der Streifen noch flüssig ist[20]).

Allerdings wird durch die an den Fenstern im Innern condensirten Wasserdämpfe gleichfalls viele Unbequemlichkeit veranlasst, welche selbst bei der dichtesten Verglasung eintritt.

Aus diesem Grunde wird man gut construirte Abzugsrinnen nur schwer entbehren können[21]).

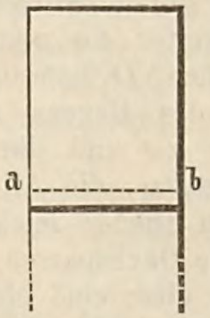


Fig. 444.

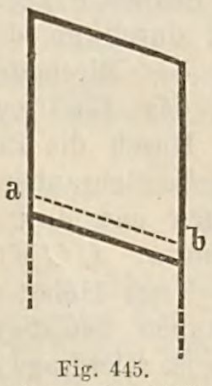


Fig. 445.

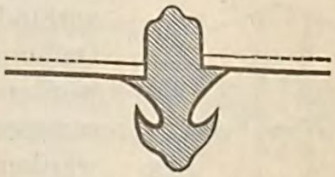


Fig. 446.

Verglasung des Ateliers.

Um das Abtropfen des Wassers zu vermeiden, empfahl Kolkow rinnenförmig gebogene Glasscheiben und die Anbringung von Rinnen unter den

17) Der Firniss kann hergestellt werden durch Lösen von 20 Th. Gummi Sandarak in 60 Th. Alkohol und Zusatz von Methylviolett, bis die gewünschte Intensität erreicht ist. Der Lösung können 4 Th. Rosmarinöl und 1 Th. Copaivabalsam zugesetzt werden, um dem Firniss die Sprödigkeit zu nehmen.

18) Phot. Archiv. 1877. S. 27. Phot. Revue Nr. 1.

19) Phot. Wochenblatt. 1881. S. 153, aus Phot. News. 1881. S. 170.

20) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1864. Bd. 8, S. 14.

21) Phot. Wochenblatt. 1881. S. 153.

Sparren[22]). Luckhardt empfahl an den Eisenträgern kleine doppelte Rinnen anzubringen und womöglich die Glastafeln auf der einen Seite etwas höher als auf der andern einzukitten, wie in Fig. 446 dargestellt ist. Ausserdem schlug er vor, die Glasscheiben nicht im Rechteck (Fig. 444), sondern im Schiefeck (Rhomboid Fig. 445) zuzuschneiden und einzusetzen[23]).

Während hier bei uns zumeist Eisen-Constructionen zu den Glasdächern verwendet werden, sollen in Amerika vielfach Holz-Constructionen im Gebrauch sein[24]), angeblich, weil in den ausserordentlich grossen Temperatur-Unterschieden das Metall zu starken Ausdehnungen und Zusammenziehungen ausgesetzt ist.

VI. Heizung und Abkühlung des Ateliers.

Im Winter wird das Atelier mit gewöhnlichen Oefen, besser aber mittelst Wasser- oder Luftheizung erwärmt.

Während die Vorrichtungen zum Heizen des Ateliers allgemein verbreitet sind, finden sich solche zur Abkühlung der Temperatur im Hochsommer nur spärlich.

Löwy in Wien verwendet seit 1880 mit bestem Erfolg die Wasserkühlung, ebenso Dawson[25]). Ueber den höchsten Rand des Glasdaches läuft ein mit feinen Löchern durchbohrtes Wasserleitungsrohr, welches einen continuirlichen feinen Sprühregen von Wasser über das Dach laufen lässt.

VII. Ventilation des Ateliers.

Eine gute Ventilation des Ateliers soll nicht vernachlässigt werden. Nach Gough[26]) kann man den Dachfirst zu einem guten Ventilator machen.

Die beiden Bretter *a a* (Fig. 447) von 3 cm Dicke und 18 cm Breite sind durch die in Distanzen von je 50 cm angenagelten, 8 cm dicken Klötze *E* von einander getrennt. In der freien Oeffnung hängt an Charnieren die Verschlussleiste *b*, die vermittelst der Schnur *F* geöffnet und geschlossen werden kann. Oberhalb der Oeffnung ist durch an die Bretter *a a* angeschraubte Eisenstäbe das Blechdächelchen *D* befestigt, dieses verhindert das Eindringen des Regens durch die Oeffnung. Durch die Bretter *a a* und die Klötze *E* werden starke Schrauben gezogen, die Alles fest zusammenhalten und doch auch wieder leicht entfernt werden können. *C C* sind die Dachsparren, von 6 cm Dicke und 9 cm Höhe; auch diese sind oben vermittelst Schrauben befestigt. Durch die Theilung des Dachfirstes ist allerdings eine Oeffnung zum Entweichen der schlechten Luft geschaffen, aber es fehlt noch die zum Hereinlassen guter Luft am Boden. Wenn die Seitenfenster bis zu 40 cm auf den Boden hinuntergehen, kann man unter denselben bis auf den Boden gehende Klappen anbringen, die 8 bis 10 cm weit auffallen. Es wird hier-

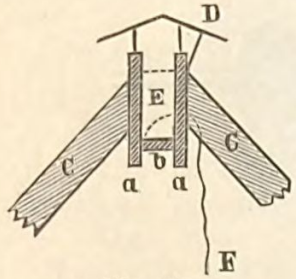


Fig. 447.
Ventilation des Ateliers.

22) Phot. Mitth. 1869. Bd. 6, S. 196. — Hopkins nahm 1870 ein Patent auf U- oder V-förmig geformte Platten etc. zu ähnlichem Zwecke (Abridgments of specificat. relat. to Photogr. 1878. S. 41).

23) Phot. Corresp. 1875. S. 259.

24) Phot. Mitth. 1871. Bd. 8, S. 82.

25) Brit. Journ. of Phot. 1882. S. 95. Phot. Wochenbl. 1882. S. 68.

26) Gough, Phot. Archiv. 1878. S. 211. Wane, Phot. News. 1882. S. 775.

durch im Sommer ein angenehm kühlender Luftzug erzeugt. Im Winter schliesst man diese Klappen.

Wane brachte am Dachfirst einen schmalen Gang und darunter eine Ventilations-Klappe an. Vom Gang aus kann unter Anderem das Dach vom Schnee gereinigt werden, wie Fig. 448 zeigt.

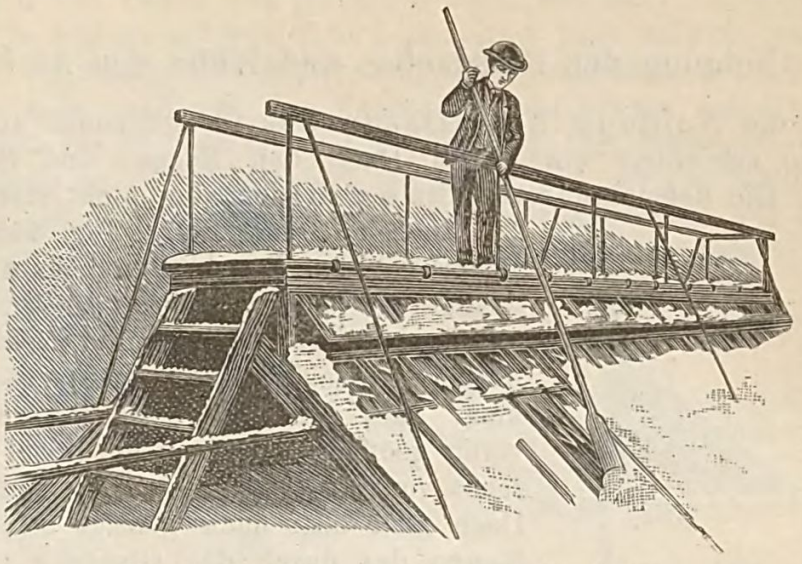


Fig. 448. Ventilation und Reinigung des Ateliers.

VIII. Anstrich des Ateliers.

Zum Atelier-Anstrich im Innern wählt man meistens ein mattes Grau[27]) oder Blaugrün, welches eine geringe Reflexwirkung besitzt; die Reflexbeleuchtung erzielt man lieber mit beweglichen Schirmen. Hat das Atelier wenig Tiefe, so wirkt die Seitenwand stark reflectirend, was durch dunklere Farbe zu dämpfen ist. Helle Ateliers streicht man mit Vorliebe dunkel an. In lichtschwachen Ateliers kann man Licht gewinnen, wenn man sie hellblau anstreicht.

Carvalho[28]) benutzte einen Anstrich der Atelier-Wände mit einer Mischfarbe von Orange und Erbsengrün, welche das Atelier hell und freundlich erscheinen lassen und die Expositionszeit abkürzen soll; dies bestätigte Cocking[29]).

Beim Arbeiten mit Bromsilbergelatine-Platten dürfte sich ein unactinischer, chokoladebrauner Anstrich der Atelier-Wände empfehlen; Salomon erhielt

27) Man kann Leimwasser mit geschlemmter Kreide anrühren und dann so viel Ultramarin (oder an Stelle dessen Karmoisinroth) und Schieferschwarz dazugeben, bis eine auf ein Brett gestrichene und getrocknete Probe den richtigen Ton zeigt (Bühler). Oder: Man mengt 1 Kilo ungelöschten Kalk mit der gleichen Menge Wasser und giesst 1 Kilo Wasser dazu. Nachdem der Kalk hierdurch gelöscht und zu Pulver zerfallen ist, setzt man noch 4 Kilo Wasser dazu und lässt das Gemisch 24 Stunden stehen. Hierauf giesst man es durch ein Sieb, mischt mit Wasser angerührten Russ und Leim dazu und erwärmt. So lange die Farbe warm ist, lässt sie sich leicht streichen (Monckhoven).

28) Phot. Corresp. 1879. S. 158.

29) Nach Cocking macht ein „orange-erbsengrüner Anstrich“. („orange pea-green“) einen angenehmen Eindruck auf die eintretenden Personen, erleichtert dem Photographen die Erkennung der richtigen Beleuchtung und macht eine kürzere Exposition nöthig als in einem blau angestrichenen Atelier. Er benutzte ein Gemisch von Bleiweiss, Ultramarinblau und hellem Chromgelb und Chromorange, welches Erbsengrün mit einer Nuance in's Orange gibt und empfahl diesen Anstrich warm (Phot. News 1879. S. 267).

dadurch grosse Brillanz der Bilder[30]) und die dadurch bewirkte geringe Verlängerung der Expositionszeit fällt bei der Verwendung empfindlicher Platten nicht in's Gewicht. Betreffs der Streitfrage, ob die Beleuchtung für nasse Collodion- oder Gelatine-Emulsions-Platten contrastreicher gewählt werden müsse (Phot. News. 1882. S. 750), lässt sich keine Entscheidung treffen, weil alles auf die Qualität der verwendeten Platten ankommt.

IX. Neigung des Glasdaches und Höhe des Ateliers.

Ueber die Neigung des Glasdaches ist folgendes zu bemerken. Zweifelsohne erleichtert ein steiles Dach den Regen- und Schneeabfluss bedeutend. Die Beleuchtungsverhältnisse werden aber nicht stark beeinflusst.

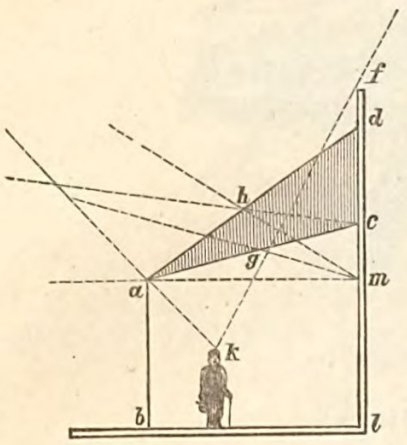


Fig. 449. Neigung des Glasdaches.

In beifolgender Skizze Fig. 449 stellt *abc* einerseits den Durchschnitt eines Nordfront-Ateliers mit flachem Dach *ac*, anderseits mit steilem Dach *ad* dar. Ist nun die Rückwand *lf* des Ateliers in beiden Fällen gleich hoch, so ist es klar, dass der Kopf einer Person durch das völlig geöffnete Glasdach gleichviel Licht senkrecht von oben (Oberlicht) empfängt, mag das Dach steil oder flach geneigt sein; denn die Menge des durch das Glasdach in genannter Richtung fallenden Lichtes bestimmt sich im Wesentlichen durch den Lichtwinkel *akf*, den man erhält, wenn man vom Kopfe *k* aus Linien, einerseits nach der Kante des Glasdaches *a*, anderseits nach der Kante der Hintermauer *f* zieht und dieser Lichtwinkel bleibt bei gleicher Höhe der Mauer derselbe, unbekümmert um die Dachneigung.

Aehnlich steht es mit dem Vorderlicht, durch die Erhöhung des Daches wächst auch die Seitenwand, welche der Person gegenüber liegt und zwar um das Stück *acd*. Dieses deckt dann aber einen Theil des Himmels, welcher Vorderlicht auf die Person sendet, zu. Bei völlig offenen Dachgardinen wird diese Verminderung des Vorderlichtes merklich sein, bei halbaufgezogenen (etwa bis *h*) ist sie viel unbedeutender, so dass unter den gegebenen Verhältnissen die Wirkung des directen Lichtes, durch die stärkere Neigung des Daches nur wenig beeinflusst wird.

Anders ist es aber mit der Wirkung des indirecten Lichtes, d. h. mit dem Licht, welches von der Hinterwand des Ateliers *cl* reflectirt wird. Nehmen wir z. B. einen Punkt *m* der Rückwand an und ein zur Hälfte, d. h. bis *g* respective *h* durch Rückziehen der Gardinen geöffnetes Glasdach, so wird der Lichtwinkel des Punktes *m* so weit das Dachlicht in Betracht kommt, bei flachem Dache erheblich kleiner sein, als bei steilem (man vergleiche die Winkel *amg* und *amh*). Bei steilem Dache zeigen demnach namentlich die höher gelegenen Theile der Rückwand eine erheblich grössere Helligkeit als bei flachem. Dazu kommt noch, dass mit der grösseren Steilheit des Daches auch die Höhe der Rückwand, d. h. die Grösse der reflectirenden Fläche wächst[31]).

30) Phot. Wochenbl. 1881. S. 188. Brit. Journ. of. Phot. 1881. S. 259.
31) H. W. Vogel, Phot. Notizen. 1882. S. 83.

Im Allgemeinen ist die Neigung des Daches jedoch von geringem Einfluss auf die Helligkeit. Kurtz arbeitete in einem Glashause, wo man das Dach heben und senken konnte, ohne dass er bei den verschiedenen Stellungen desselben eine Differenz in der Helligkeit gefunden hatte[32]).

In der Regel gibt man dem Glasdach eine Neigung von 45 °, wodurch das Abtropfen von Regen etc. genügend rasch erfolgt.

Wird die Seitenwand schief und genügend hoch gebaut, so kann man das Glasdach entbehren (wie in Fig. 456); diese Construction erscheint jedoch nicht vortheilhaft, weil sich das Vorderlicht nur schwer erzielen lässt[33]).

Die Höhe der Ateliers ist sehr verschieden. Im Allgemeinen kann man Ateliers, welche an der Vorderwand ungefähr 3 m, an der Hinterwand 5 m Höhe haben, als niedrige bezeichnen; Ateliers, welche an der Vorderwand ungefähr 5 m und an der Hinterwand 6 m und darüber haben, kann man hohe nennen.

Ob ein hohes oder ein niedriges Atelier für Porträt-Aufnahmen besser sei, ist eine strittige Frage.

Das Licht in einem hohen Atelier ist mehr spitz, in einem niedrigen mehr breit. Das Arbeiten in einem hohen Atelier mag für Manchen leichter sein, da es die einzelnen Formen mehr hervortreten lässt, gewisse künstlerische Beleuchtungseffecte (z. B. Rembrand-Effect) sind aber weit besser in einem niedrigen zu erhalten[34]).

Zu Reproductionen von Oelbildern u. dergl. zieht man hohe, grosse Ateliers vor, weil das Licht leicht gleichmässig zu erhalten ist, selbst wenn man einige Gardinen zuzieht, etwa um directes Sonnenlicht abzuschneiden.

Am schwierigsten arbeitet es sich bei sehr hohem Oberlicht (z. B. in einem Saale mit Glasdecke), wo nur schwierig dem dominirenden Oberlicht mittelst mächtiger Reflectoren aus weissem Stoff durch Seiten-Beleuchtung das Gegengewicht gehalten werden kann.

X. Sonnen-Segel am Atelier-Dach.

Ein Gegenstand von grosser Wichtigkeit ist die Absperrung des Sonnenlichtes von dem Glashause. Dies kann durch Aufführung von festen Schirmen, wie bei Luckhardt's Atelier (Fig. 453) geschehen oder durch bewegliche „Sonnen-Segel".

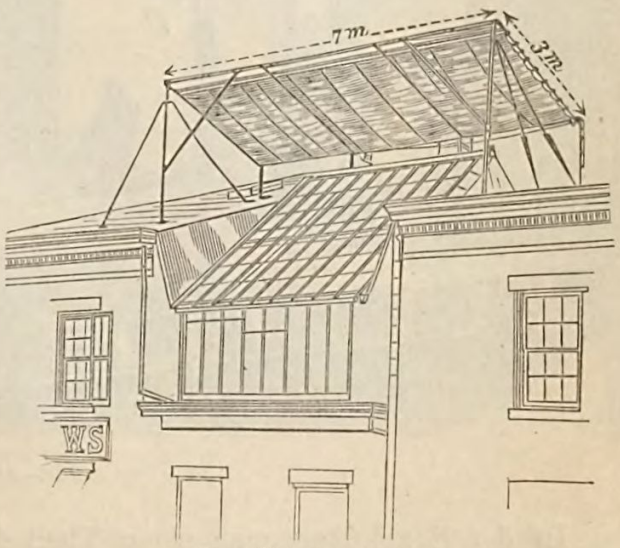


Fig. 450. Sonnensegel.

Für ein Nordlicht-Atelier von gewöhnlicher Neigung ist ein haltbares äusserliches Sonnensegel von genügender Höhe sehr empfehlenswerth. Es ist schon sehr wesentlich, besonders im heissen Sommer, dass es die Son-

32) Phot. Archiv. 1871. S. 183.
33) Phot. Mitth. 1870. Bd. 6, S. 300.
34) Phot Mitth. 1873. Bd. 10, S. 165.

nenhitze vom Glasdach abhält, ohne gerade Licht zu rauben[35]), wie dies Fig. 450 zeigt.

Für ein Südlicht-Atelier ist das Sonnensegel natürlich nicht anzuwenden. Hier erscheint das Beste: Gardinen, so leicht als möglich zu handhaben und in genügender Menge. In unseren Gegenden ist wegen der heftigen Winde die Errichtung von Sonnensegeln nicht räthlich.

XI. Ateliers in Pultform.

Was man unter einem Pult-Atelier versteht, wurde schon S. 465 erwähnt.

Um ein Pult-Atelier auf einem Dache herzustellen, genügt es, die Ziegel mit den leichten Querbalken, welche sie stützen, abzuheben und dann die Latten, welche der Länge nach laufen, wegzunehmen, um eiserne Träger anzubringen, welche die Glasscheiben tragen. Fig. 451 zeigt den Durchschnitt des Ateliers und Fig. 452 das Innere. Die grossen Balken *dc*, *ba*, *fe*, welche den First und die Seiten tragen, bleiben allein am Platze; aber diejenigen, welche der Linie der Ziegel *ce* parallel laufen, und die sehr kleinen Latten, welche diese Ziegel tragen, werden vollständig fortgenommen, nachdem man sie mit Nummern versehen hat, für den Fall, dass sie wieder an ihre Stelle gebracht werden müssen.

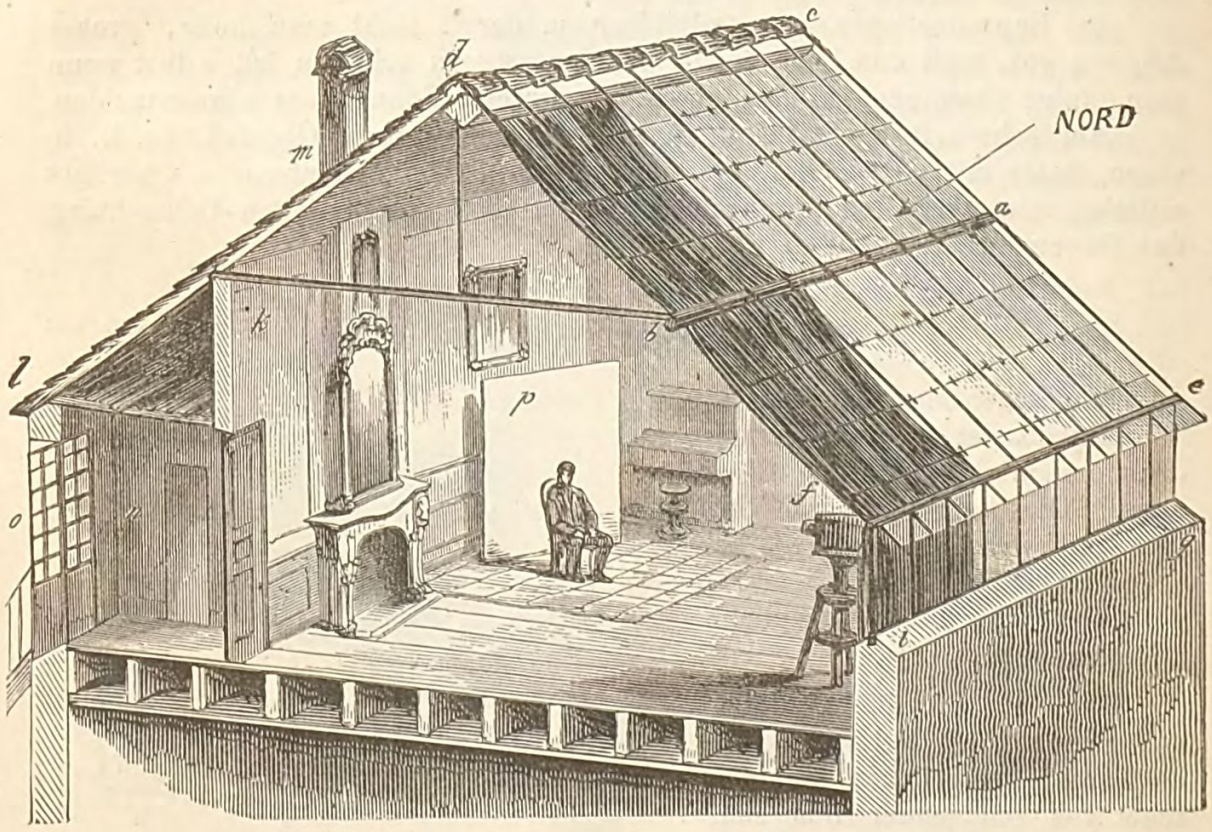


Fig. 451. Pult-Atelier.

In der Regel lässt man einen Theil der Mauer knapp über dem Fussboden (*bg* in Fig. 451) stehen. Der obere Theil des Glasdaches besteht entweder aus einer fast horizontalen Fläche (Fig. 453) oder blos aus einer geneigten (Fig. 452).

35) Bigelow, Phot. Mitth. 1873. Bd. 10, S. 197.

Als Muster eines Pult-Ateliers soll Luckhardt's Atelier in Wien dienen. Dasselbe ist ein Nord-Atelier und zeigt folgende Construction. Es ist in Fig. 453 bis 454 genau skizzirt und die Glaswand und Mauer in ihren

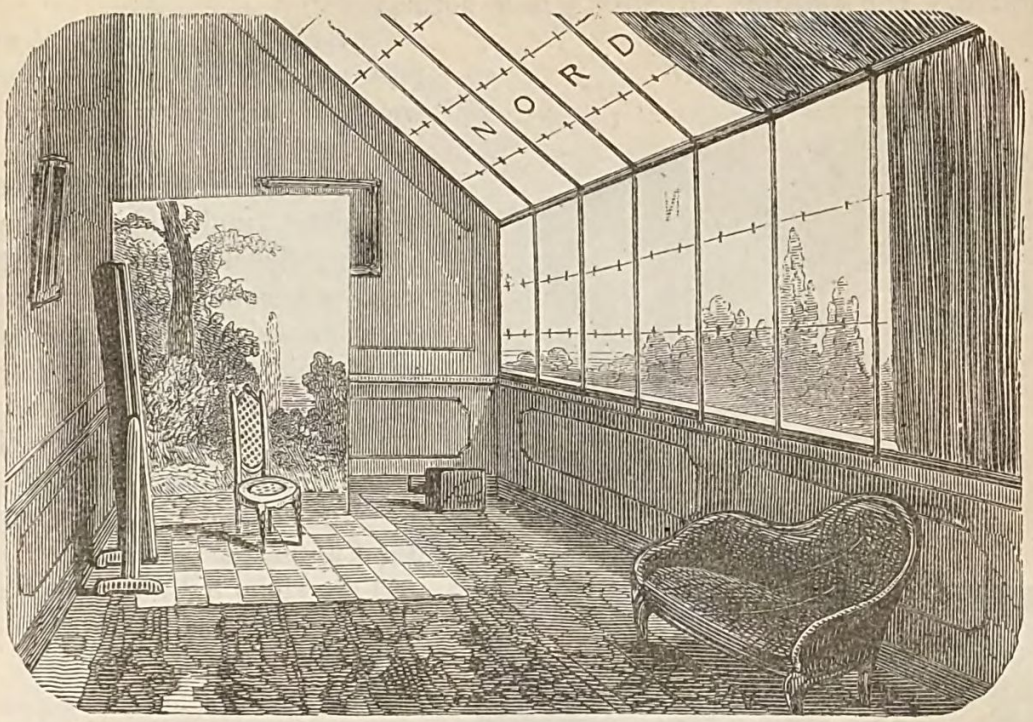


Fig. 452. Pult-Atelier.

Aussenmaassen gegeben. Die oben verglaste Fläche misst $5^1/_2$ m im Gevierte; das Glasdach ist in einem Winkel von 25^0 geneigt. Am First des Daches ist ein verticaler, 2 m hoher Blechschirm (*K*) zur Abhaltung des directen

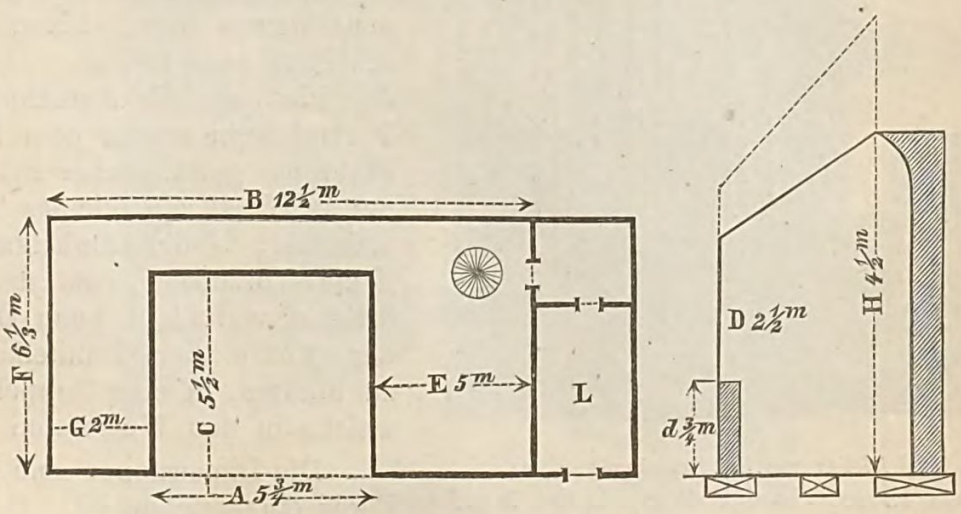


Fig. 453. Luckhardt's Atelier.

Sonnenlichtes angebracht, welcher an beiden Seiten des Glasdaches sich allmählich auf $^1/_4$ m Höhe verringernd, herabläuft. Selbst diese Schirme sind nach Luckhardt's Privatmittheilung noch zu niedrig, weil sie nicht alles direct einfallende Sonnenlicht abhalten. An das Atelier anstossend befindet sich das Laboratorium (*L*).

Das seit 1852 bestehende Atelier von Ch. Reutlinger in Paris zeigt Fig. 455. Es ist gegen Norden gerichtet. Die Vorhänge *A*, *B*, *C* dienen zur Regulirung des Seitenlichtes. Die Gardinen *E* und *F* reguliren das Oberlicht. Die Gardine *G* bewegt sich horizontal[36]).

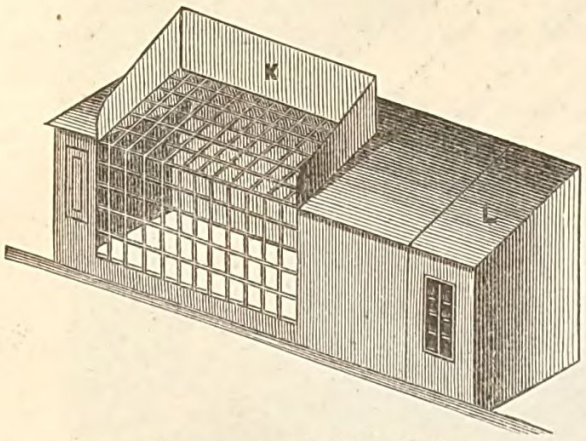


Fig. 451. Luckhardt's Atelier.

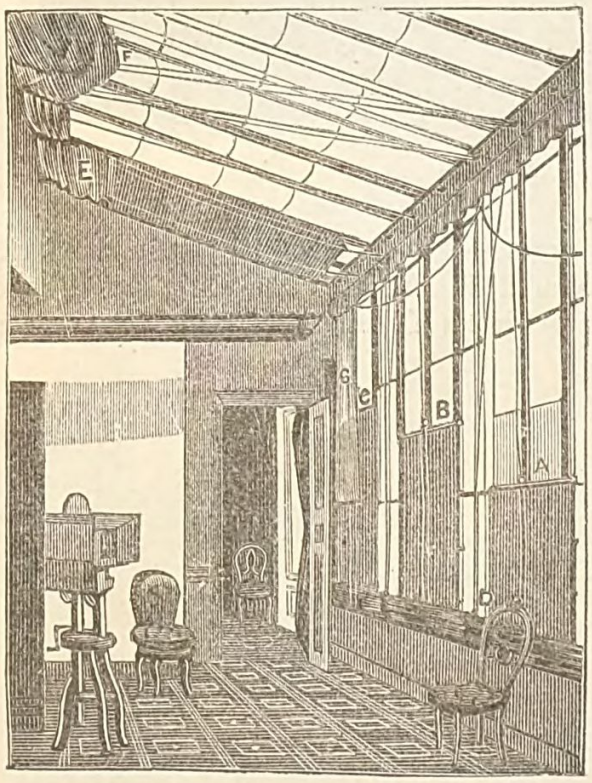


Fig. 455. Atelier von Ch. Reutlinger in Paris.
Länge 12 m, Breite 4 m, Höhe 5 m.

Landy in Cincinnati arbeitete mit Erfolg in dem Atelier, welches Fig. 456 vorstellt[37]).

In Fig. 457 ist W. Rulofson's Atelier in San Francisco abgebildet und dabei besonders auf die Beleuchtungsschirme Rücksicht genommen. Die Dachgardine ist weit unter dem Glasdach angebracht und die Benutzung verschiedener an einem anderen Orte (S. 492) genauer beschriebener Schirme angedeutet[38]).

In Löwy's Atelier beträgt die Länge der Glaswand $5^1/_3$ m und die Höhe 3,1 m. Das Atelier ist 5 m breit; das Glasdach hat ungefähr 5 m im Gevierte und schwach geneigt.

Liébert gibt folgendes Atelier (Fig. 458) als Muster an:

ABCD stellt die gesammte Verglasung vor von 8 m Länge und 4,5 m Breite, um *a*, *b*, *c*, *d* befinden sich transparente matt-weisse oder blaue Glasscheiben von $1^1/_2$ m. *EF* ist der Platz für die Aufnahme von Porträten in ganzer oder halber Figur bei gewöhnlicher Beleuchtung. *H* ist ein kleines Toilettezimmer, *J* die Dunkelkammer, *I* ein Vorzimmer, um das Eindringen von Licht beim Oeffnen der Thüre der Dunkelkammer zu hindern, *K* eine Doppelthüre, welche in den Wartesalon führt.

Die Dimensionen sind in der Figur eingezeichnet[39]). Um Bilder mit Rembrandt-Beleuchtung zu erhalten, stellt man das Modell nach *M* oder *M'*, die Camera aber nach *P* oder *P'*.

36) Phot. News. 1874. S. 117.
37) Phot. News. 1878. S. 189.
38) Phot. News. 1882. S. 338.
39) Liébert, La Photographie en Amerique. 1878. S. 52.

In der Philadelphia-Ausstellung war ein Musteratelier aufgestellt, welches nach Bigelow[40]) gute Verhältnisse zeigte und gestattete, dass jeder ge-

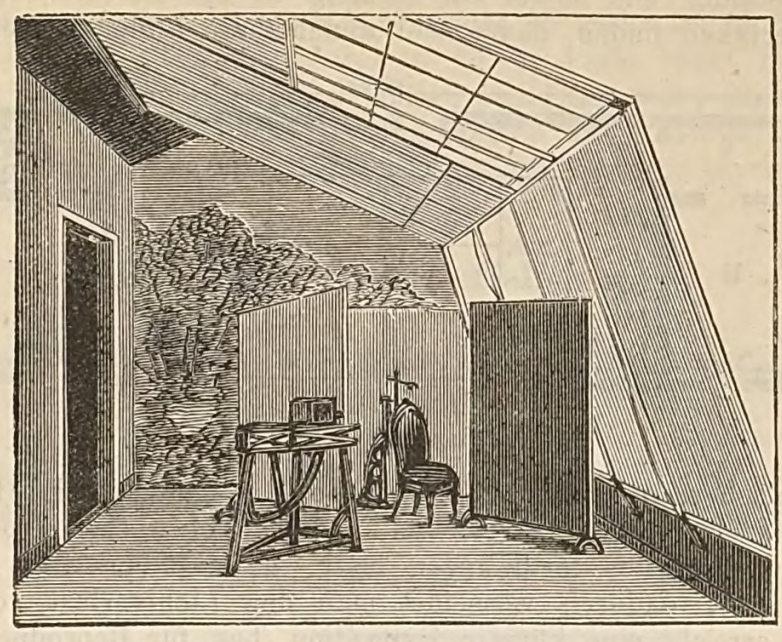


Fig. 456. Atelier von Landy in Cincinnati.

Länge des Ateliers 60′; Breite 25′. — Ober- und Seitenlicht: 12′ breit. — Höhe des Seitenlichtes $2^1/_2$′; Neigungswinkel 25°.
Oberlicht: 20′ lang; Winkel 40°.

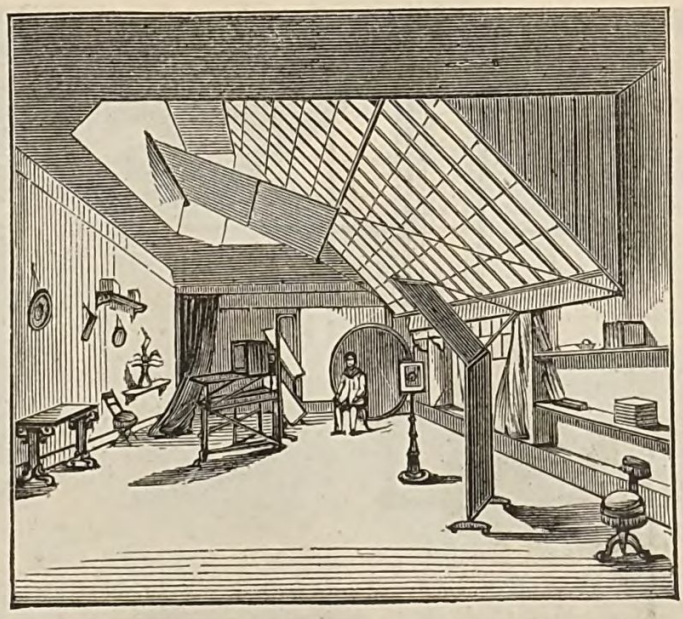


Fig. 457. Atelier von Rulofson in San Francisco.
(10 m lang, 7 m breit.)

wünschte Effect mit Leichtigkeit hergestellt werden konnte. Eine auf 50° geneigte Lichtöffnung, 6 m Quadrat, welche etwa $1^1/_2$ m hoch über dem

40) Phot. Mitth. 1873. Bd. 10, S. 176.

Fussboden anfing, ermöglichte ein leichtes Arbeiten sowohl für kleine Gruppen, als für einzelne Figuren. Das Licht kommt hier immer aus der benannten Richtung und selbst ein Neuling in der Beleuchtung wird kaum eine Schwierigkeit finden, damit sehr annehmbare Bilder hervorzubringen.

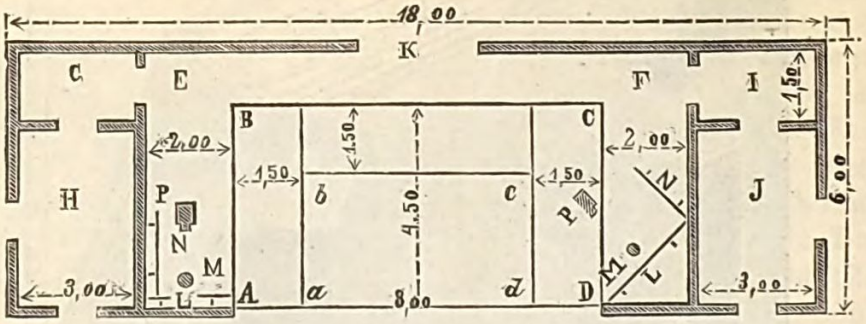


Fig. 458. Atelier nach Liébert.

Bei manchen Ateliers, z. B. von Albert in München, Eich in Dresden, ist das Glasdach derartig eingerichtet, dass es sich aufheben oder theilweise wie ein Schiebefenster fortbewegen lässt, so dass das freie Himmelslicht hineinscheint[41]); dadurch vermeidet man den Lichtverlust von Seiten des Glases und erreicht eine kürzere Exposition (bes. für Reproductionen).

XII. Ateliers in Hüttenform.

Die Hüttenform des Ateliers (vergl. S. 465) ist in Fig. 443 und Fig. 459 dargestellt. Daselbst sind beide Seiten des Daches sowie drei Wände mehr

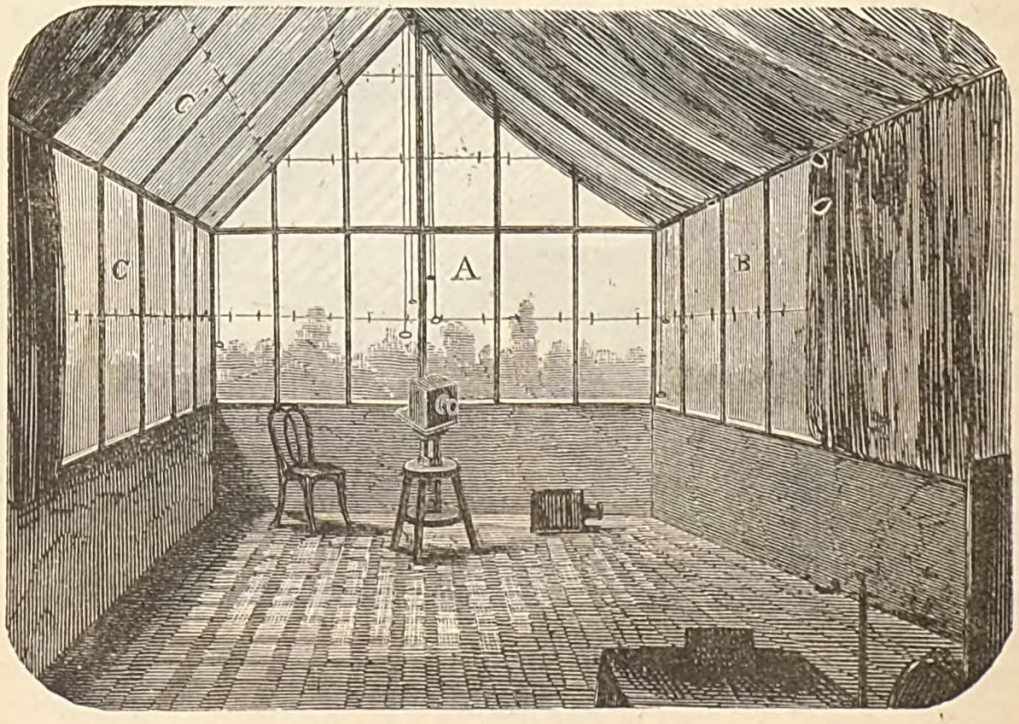


Fig. 459. Atelier in Hüttenform.

oder weniger vollständig verglast. Je nach Bedarf wird aber davon ein grosser Theil durch Gardinen verschlossen.

41) Phot. Mitth. 1874. Bd. 11, S. 35.

Die Hüttenform, welche sich selten findet, wird gewöhnlich dann zur Anwendung kommen, wenn der First des Hauses, dessen Dachraum man in ein Glashaus verwandeln will, nicht von Westen nach Osten, sondern von Norden nach Süden oder einer andern, nicht allzusehr von der meridianalen Linie abweichenden Richtung läuft. In diesem Falle bleibt nur der grosse Balken des Firstes, während alles Uebrige aus Eisen oder Glas gemacht ist. Bei genügender Länge des Beleuchtungsraumes kann sowohl die Nord- als Südfront geschlossen bleiben. In jedem Falle wird letztere geschlossen bleiben müssen (Bühler).

XIII. Tunnel-Ateliers.

Das Tunnel-Atelier wurde von Sutton zu Beginn der sechsziger Jahre vorgeschlagen. Hierbei wird durch ein meistens senkrechtes Fenster an der Vorderseite, sowie durch ein oder zwei Seitenfenster Licht auf das Modell geworfen. Der Dachraum ist geschlossen, so dass kein senkrechtes Licht auf den Kopf desselben fällt. Ein tunnelartiger directer Anbau, welcher in die Vorderseite des Glashauses mündet, dient zur Aufnahme des Apparates.

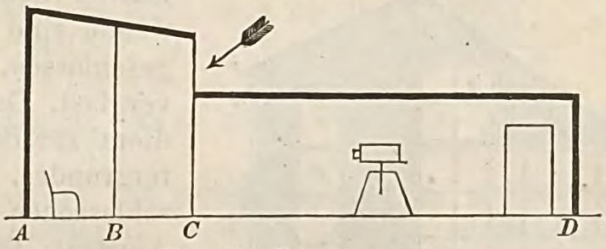


Fig. 460. Tunnel-Atelier.

A bis *D* 36 Fuss; *AC* 12 Fuss, *CD* 24 Fuss. Höhe bei *A* 10 Fuss; Höhe bei *D* 4 Fuss.

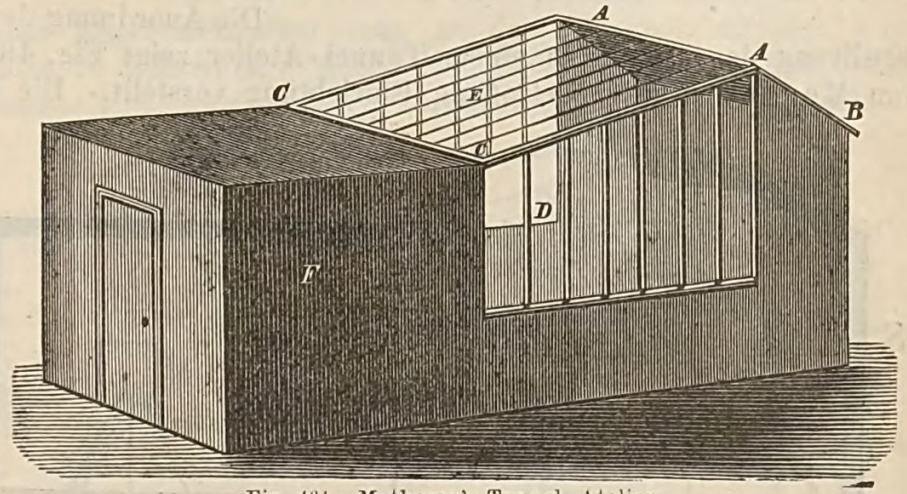


Fig. 461. Matheson's Tunnel-Atelier.

Die Dimensionen sind: *A* bis *C* 10 Fuss, gleichviel wie die sonstigen Dimensionen des Ateliers sind. *A* bis *B* 3 bis 4 Fuss. Wenn der Hintergrund 12 Fuss breit ist, so ist die Höhe bis zum Dach 10 Fuss. Das Dach des dunklen Theiles *F* ist flach und nur so hoch, dass man bequem darunter gehen kann. Der Theil *AAB* ist zum Herunterklappen eingerichtet. Das Oberlicht *E* wird mit Blenden, das Seitenlicht *D* mit Vorhängen versehen[42]).

Fig. 460 zeigt den Längendurchschnitt des Tunnel-Ateliers, wie es von Sutton empfohlen wurde.

42) Phot. Archiv. 1866. S. 150, aus Phot. News Almanac.

A C bildet das eigentliche Atelier. Es ist nur die Hälfte *B C* ganz von Glas und die Vorderseite über der Decke des Durchgangs bei *C* ist gleichfalls verglast, so dass Licht in einem Winkel von 45° auf den Sitzenden fällt. Das Dach des Ateliers ist von Blei (ohne Glas). Der lange Raum *C D* bildet einen langen dunklen Durchgang, in welchem die Camera aufgestellt wird; er ist 8 Fuss breit und 7 Fuss lang und dunkel angestrichen. Das Gebäude stand in der Richtung von Nord nach Süd, so dass die Seitenfenster des Glasraumes nach Ost und West sehen. Das eine Seitenfenster wurde bei Porträtaufnahmen je nach dem Sonnenstande mit Vorhängen bedeckt[43]).

C. Silvy in London liess 1866 ein Atelier nach Sutton's Plan construiren und erzielte damit sehr erfreuliche Resultate[44]).

Ein ähnliches Atelier wurde von Matheson beschrieben, der lange Zeit im Krystall-Pallast photographirte.

Eine von Feretti in Neapel practisch erprobte Form des Tunnel-Ateliers (von ihm sehr empfohlen) zeigt Fig. 462. Das Glasdach (*A B*) liegt nach Norden und besteht aus halb matten Scheiben. Die Seitenwände sind bei *G*, *E* und *H* geschlossen, bei *D*, *E* und *G* verglast. Das schmale Fenster *F* dient zur Beleuchtung des Hintergrundes. In dem ganz geschlossenen Raume *H* steht der Apparat. Die Breite des Ateliers beträgt $4^1/_3$ m; die übrigen Dimensionen sind in der Figur eingetragen[45]).

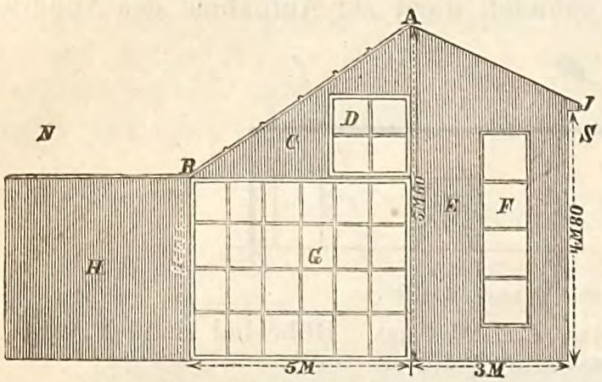


Fig. 462. Feretti's Tunnel-Atelier.

Die Anordnung der Klappen zur Regulirung des Lichtes in einem Tunnel-Atelier zeigt Fig. 463, welche eine von Merkes in Ulm getroffene Einrichtung vorstellt. Die Räume *A*

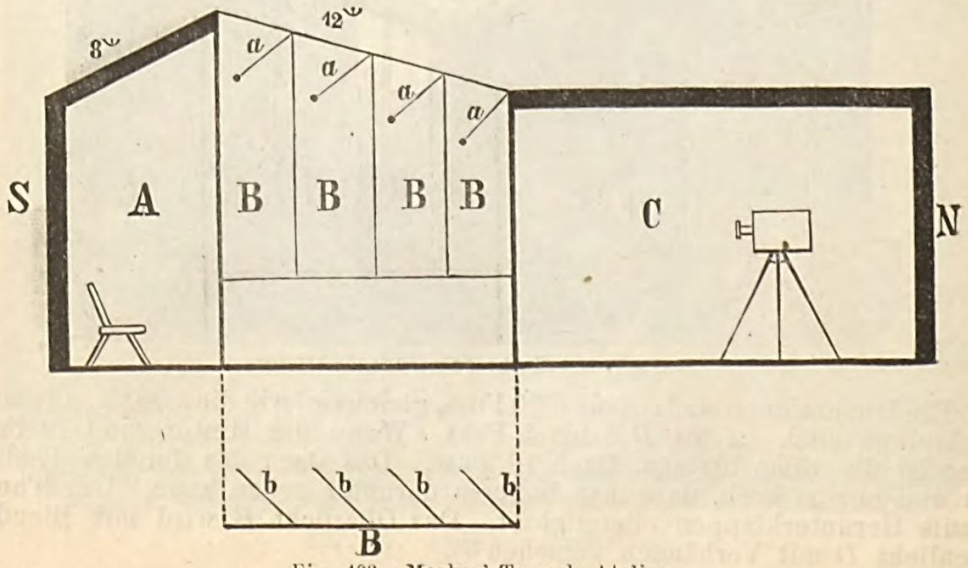


Fig. 463. Merkes' Tunnel-Atelier.

43) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 9.
44) Phot. Archiv. 1866. S. 175.
45) Phot. Archiv. 1872. S. 106.

und *C* sind von beiden Seiten und von oben geschlossen, *B* dagegen ist mit Fenstern und Glasdach versehen. *aa* sind an Charnieren befestigte Klappen (leichte Rahmen, mit Papier oder Nessel überspannt) unter dem Dach. Eben solche Klappen *bb* sind an den Fenstern angebracht. In der hier angedeuteten schrägen Stellung entziehen die Klappen dem Gegenstande kein Licht, schneiden aber alles störende Licht ab. Sie können nach Belieben durch eine einfache Schnur-Vorrichtung zum Theile geschlossen oder ganz geöffnet werden[46]).

Die Vorzüge des Tunnel-Ateliers sind folgende: Es beleuchtet bei gleich starkem Licht das Modell kräftiger als ein entsprechendes Pult-Atelier mit doppelt so grosser Glasfläche[47]) und schützt das Objectiv vor fremdem (seitlichem) Licht, da die Camera sich in einem dunklen Gang befindet. Ferner erhält die Person ihre Beleuchtung von allen Seiten her durch Lichtstrahlen, welche die Glasscheiben fast senkrecht durchdringen (vergl. S. 482). Dies geht aus Fig. 464 hervor, welche den Grundriss eines Tunnel-Ateliers gibt: *AA* ist der bedeckte Raum des Ateliers, *B* der verglaste Theil und *T* der dunkle Tunnel; das Modell ist bei *m* placirt; *ssss* sind Glasscheiben.

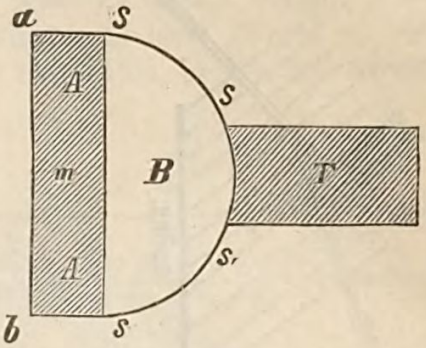


Fig. 464. Tunnel-Atelier.

Das Tunnel-Atelier hat wenig Verbreitung gefunden. Meistens finden sich Ateliers von Pultform, weil sie in den obersten Stockwerken schon vorhandener Gebäude angelegt und diesen angepasst werden müssen.

XIV. Südfront-Atelier.

In der Regel vermeidet man es das Glashaus mit der Vorderfront gegen Süden zu richten (s. S. 466). Man leidet dabei unter dem direct einfallenden Sonnenlicht, welches durch Vorhänge abgehalten werden muss, die Be-

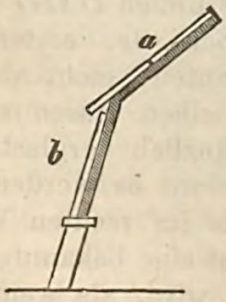


Fig. 465.

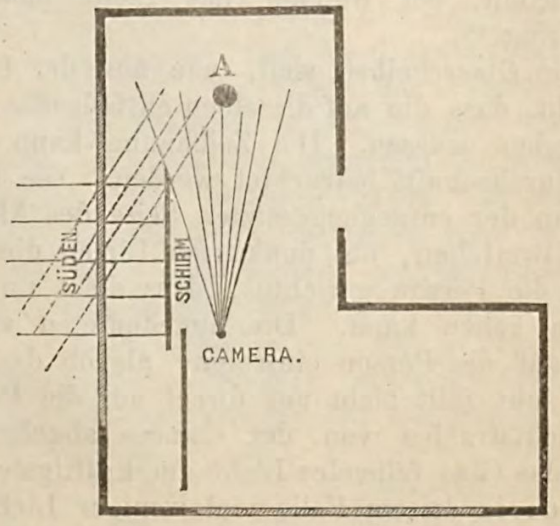


Fig. 466.

Blanchard's Südfront-Atelier.

46) Phot. Archiv. 1866. S. 121.
47) Stolze, Phot. Wochenbl. 1881. S. 343.

leuchtung ist unregelmässiger als bei Nordlicht; im Sommer leidet man stark durch hohe Temperatur.

Dennoch kann man mit Südlicht sehr gute Resultate erzielen, ja man kann damit Wirkungen erzielen, welche sich mit Nordlicht nicht erreichen lassen.

Valentine Blanchard arbeitete mit gutem Erfolg in einem Südfront-Atelier[48]). Das Glasdach *a* Fig. 465 ging über das Seitenfenster *b* hinaus, berührte es aber nicht, so dass rund um das Glashaus ein halber Zoll weit offen blieb, was als Ventilator wirkte. Fig. 466 zeigt den Grundriss des Ateliers, sammt Schirmen und Camera; bei *A* sitzt die Person. Die schwarzen Striche deuten die ganz undurchsichtigen Wände, die schraffirten zeigen Rohglas (mit Seidenpapier beklebt), die klaren ganz klares Glas. Meistens genügt ein Schirm. Fig. 467 zeigt den Längsschnitt.

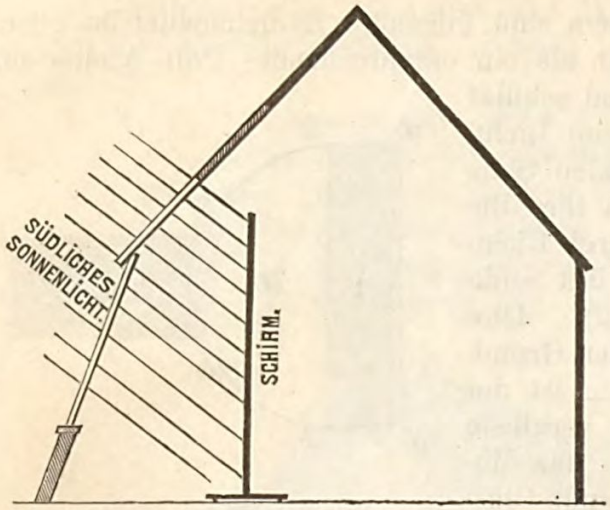


Fig. 467. Blanchard's Südfront-Atelier.

Nach Liesegang lässt sich in der That in solchen Ateliers vorzüglich arbeiten[49]).

XV. Ateliers mit gebogenen oder gebrochenen Seitenwänden.

Bei den gewöhnlich vorhandenen geraden Seitenwänden der Ateliers wird die Intensität des schräg einfallenden Lichtes stark vermindert. Um diesen Lichtverlust zu vermeiden, wurden gebogene oder zickzackförmig gebrochene Glaswände vorgeschlagen, auf welche das beim Porträtiren in Betracht kommende Licht senkrecht auffällt.

Van der Weyde nahm 1875 ein Patent auf eine solche Glashaus-Construction, bei welcher das Licht immer senkrecht die Glasscheiben durchdringt[50]).

Die Glasscheiben sind, wie aus der Fig. 468 zu ersehen ist, so angebracht, dass die auf dieselben entfallenden Lichtstrahlen im rechten Winkel durchgehen müssen. Die Zeichnung kann sowohl als Grundriss, wie als Seitendurchschnitt betrachtet werden. Die Person sitzt bei *S*. Die Camera steht an der entgegengesetzten Seite des Ateliers. Die Linien *O O O* stellen dünne Brettchen, die punktirten Linien die Glasscheiben vor, erstere sind so auf die Person gerichtet, dass diese nur deren Kanten, nicht aber die Flächen sehen kann. Die angedeuteten vier Glasscheiben lassen so viel Licht auf die Person eintreten, als ob das Atelier gänzlich verglast wäre. Alles Licht fällt nicht nur direct auf die Person, sondern es werden auch alle Lichtstrahlen von der Camera abgehalten. Dass im rechten Winkel durch das Glas fallendes Licht am kräftigsten wirkt, ist eine bekannte Thatsache, da in diesem Falle viel weniger Licht reflectirt wird, als wenn letzteres in schräger Richtung hindurchgeht. Dies geht soweit, dass bei einem

48) Year-Book of Phot. for 1877. S. 28. Phot. Archiv. 1877. S. 97.
49) Liesegang, Handbuch der photogr. Verfahren. 1880. S. 228.
50) Phot. News. 1875. S. 430. Phot. Corresp. 1875. S. 255.

gewissen Winkel alles Licht reflectirt und keines durchgelassen wird, was sich durch die in Figur 469 dargestellte Vorrichtung leicht beweisen lässt. Ein schwarzer auf vier Beinen stehender Metallkasten ohne Boden und ohne Deckel ist in vier Abtheilungen getheilt. *O* ist ganz offen; in *1* befindet sich eine Glasplatte in horizontaler Lage, in *2*, *3* und *4* stehen die Glasplatten stets unter einem spitzeren Winkel gegen die senkrechte Wand der Abtheilung. Bringt man ein Blatt weisses Papier unter den Kasten und lässt Licht von oben einfallen, so erkennt man sogleich an dem auf das Papier fallenden Schatten, dass die horizontale Platte *1* die geringste Menge Licht reflectirt, und dass die Lichtmenge, respective die Beleuchtung mit der zunehmenden Schrägstellung der Glasplatte abnimmt. Auf dieser Grundlage construirte Van der Weyde nin neues Atelierfenster, welches, wie Fig. 469 zeigt, zwischen den Wänden *A A* eingesetzt ist. *B* und *C* sind die beiden einige Fuss von dem Hintergrund entfernten Stellen im Atelier,

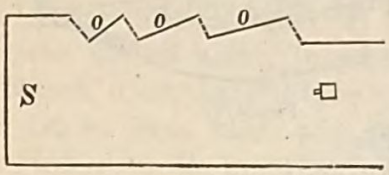


Fig. 468.

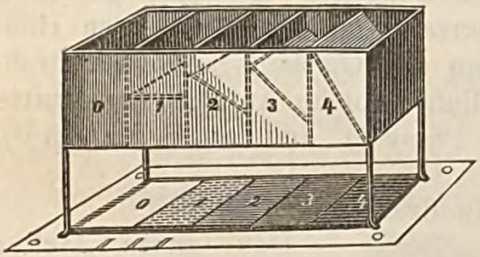


Fig. 469.

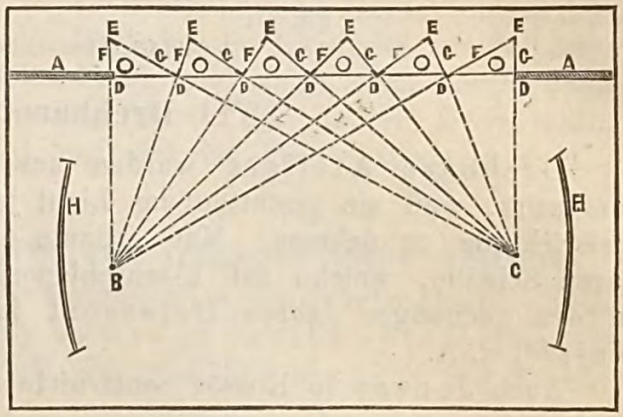


Fig. 470.

Van der Weyde's Glashaus-Construction.

wo die Person sitzen kann. Es werden zunächst die verticalen Fenstereisen *D* in gleicher Entfernung eingesetzt, etwa in einem Abstand von 2 Fuss. Aussen steht eine zweite Reihe Fenstereisen *E* und die Glasscheiben werden in den Richtungen *F* und *G* eingesetzt. Die Stelle der Fenstereisen *E* findet man dadurch, dass man von den Punkten *B* und *C* durch die Punkte *D* gerade Linien zieht, worauf man an den Kreuzungsstellen der betreffenden Linien die Fenstereisen *E* anbringt. Die Scheiben haben also zwei verschiedene Richtungen. Alle mit *F* bezeichneten Scheiben sind nach dem Punkte *B*, alle mit *G* bezeichneten nach *C* gerichtet. Auf diese Art nimmt die doppelte Reihe von Fenstereisen nicht mehr Licht fort, als eine einfache Reihe. Wenn die Person bei *C* sitzt, werden alle mit *G* bezeichneten Scheiben durch Gardinen oder Klappen geschlossen; wenn sie bei *B* sitzt, die mit *F* bezeichneten. Dadurch wird alles Licht auf die Person geleitet, hingegen alles Licht von der Camera abgesperrt.

M. Jaffé hatte schon vor Van der Weyde folgende Atelier-Construction vorgeschlagen: Er theilte die Glaswand des Ateliers in zwei Hälften (Fig. 471) und gab ihr eine gewölbte Form (*a b*, *b c* Fig. 471), welche in Fig. 472 *A B C D E* perspectivisch zur Hälfte dargestellt war. Die Eisenträger waren gebogen, die Glastafeln eben. Befand sich die zu porträtirende

Person bei *m*, so fiel nur durch *bc* wirksames Licht ein. Die andere Hälfte *ab* konnte durch Gardinen verschlossen oder beliebig geöffnet werden, so dass eine leicht controlirbare Menge diffuses Licht eintrat[51]).

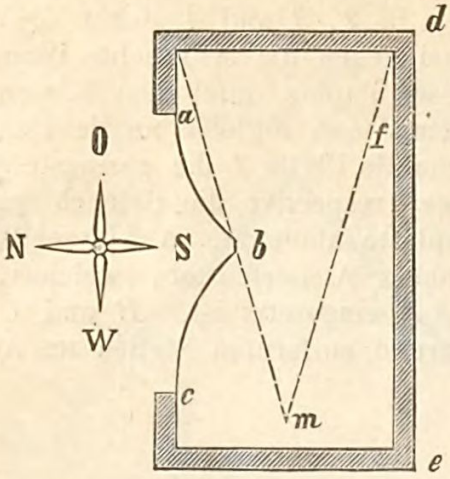


Fig. 471.

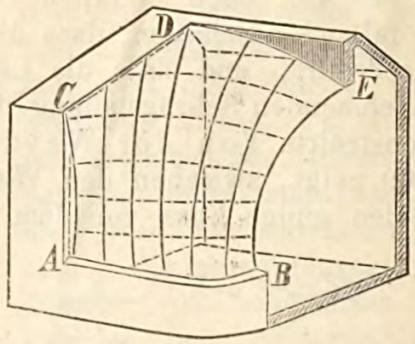


Fig. 472.

Jaffé's Glashaus-Construction.

XVI. Drehbare Ateliers.

Drehbare Ateliers wurden aus theoretischen Gründen mehrfach construirt, weil sie gestatten das Licht jederzeit von der günstigeren Himmelsrichtung zu nehmen. Man erbaute dann das Glashaus auf einer drehbaren Scheibe, welche auf Eisenschienen lief. Solche Ateliers construirte in den Sechsziger Jahren Delessert in Passy[52]) und auch Baton[53]), Naja[54]) u. A.

Auch Jensen in Korsör construirte ein drehbares Atelier[55]).

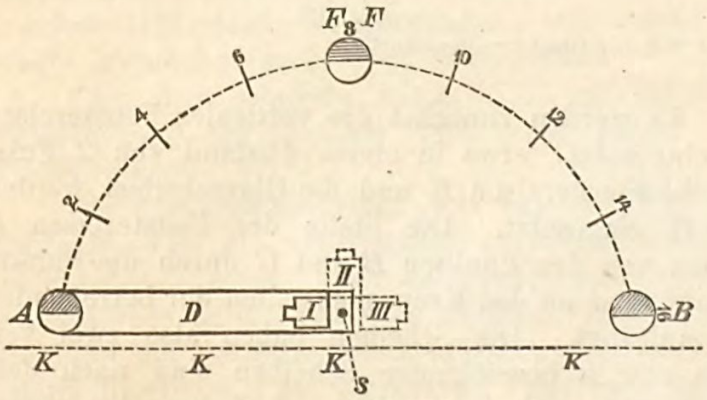


Fig. 473. Kurtz's Drehpodium.

Das ganze Atelier wurde wie ein Nordfront-Atelier gebaut, befand sich aber auf einer Drehscheibe von circa 10 m Durchmesser und konnte mittelst einer im Innern angebrachten Kurbel beliebig herumgedreht werden. Solche Ateliers waren für Porträt-Aufnahmen construirt, dürften sich aber sehr gut für Aufnahmen von Oelbildern eignen.

Kurtz in New-York liess sich 1882 eine eigenthümliche Drehvorrichtung im Atelier patentiren. Er stellte die zu porträtirende Person und die Camera auf ein im Atelier befindliches langgestrecktes drehbares Podium. Während sich dieses dreht, bleibt die gegenseitige Lage von Camera und Person ungeändert, dagegen wechselt die Beleuchtung der Person während

51) Phot. Corresp. 1871. Bd. 8, S. 57.
52) Phot. Archiv. 1872. S. 266.
53) Phot. Archiv. 1872. S. 265.
54) Phot. Archiv. 1872. S. 266.
55) Phot Mitth. 1874. Bd. 11, S. 34.

des Drehens (z. B. um 90°). Dieser Wechsel der Beleuchtung soll das Durcharbeiten der Schatten begünstigen. Der Nutzen dieser Einrichtung wurde bezweifelt[56]), weil die Person kaum die Ruhe des Blickes bewahren könne etc. etc.

Fig. 473 zeigt Kurtz's Drehpodium, welches wir mit den Worten des Erfinders beschreiben[57]):

„Nehmen wir an, die punktirte Linie *KKKK* sei ein Seitenlicht (Glaswand), *D* ein um *s* drehbares Stativ mit der Camera *I* und eine Kugel *A* an Stelle der Person, so würde diese Kugel helles Seitenlicht haben.

Würde nun das Drehstativ von *A* nach *FF* geschoben, so würde die hintere Hälfte der Kugel dunkel und die vordere hell werden. Bei weiterer Schiebung von *FF* auf *B* würde die auf *A* dunkle Seite dem Fenster nahe kommen und sich in eine Lichtseite verwandeln. Die Schatten würden sich zum Theil aufheben und ein flaches Bild würde das Resultat sein. Thatsache ist also, dass bei *FF* reines Vorderlicht herrscht, und dass beim Drehen von *A* über *F* hinaus die Schattenseite zur Lichtseite wird, und zwar um so mehr, je weiter nach *B* hin gedreht wird.

Durch diese Auflichtung wird selbstverständlich die Exposition gekürzt, ferner ist es jetzt klar, wie durch die Drehung die Lichtseite zur Schattenseite wird, also die ursprüngliche Beleuchtung total umgestimmt werden kann.

Nun wird keineswegs eine Drehung durch den ganzen Kreis nöthig sein. Man kann die Exposition in 2 beginnen nnd bis 8 drehen, oder in *A* und bis 6 drehen."

XVII. Reproductions-Atelier und transportables Atelier.

Ein Atelier, welches speciell zur Reproduction von Plänen diente, wurde nach den Plänen des Obersten Henry James in Southampton erbaut[58]). Der Untertheil besteht aus Mauerwerk, der Obertheil aus Glas und Eisen.

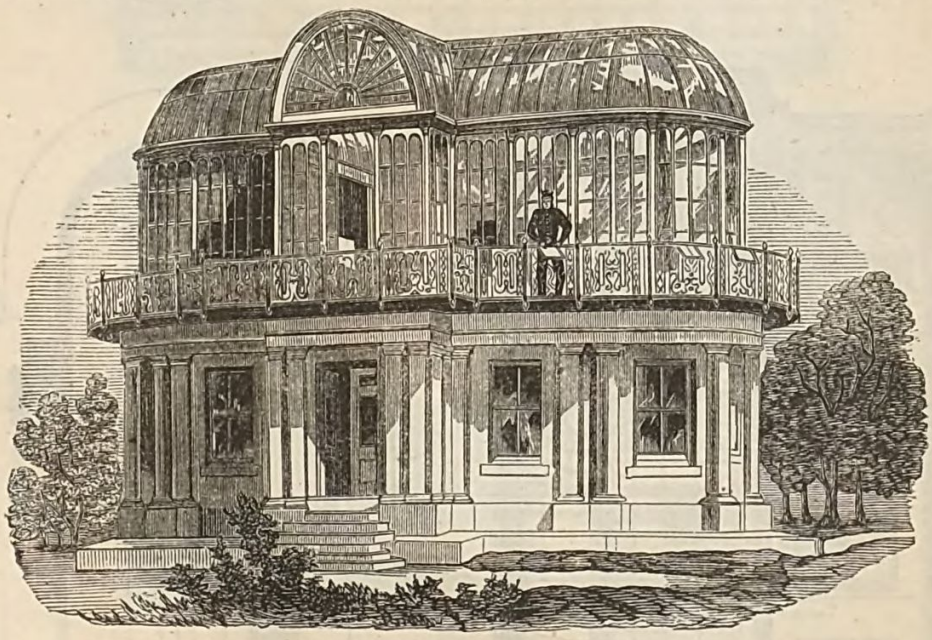


Fig. 474. Henry James' Atelier.

56) Phot. Mitth. 1881. Bd. 19, S. 170.
57) Phot. Mitth. 1882. Bd. 19, S. 202.
58) Account of the methods employed for the reductions of plans by photography, at the Ordonance Survey Office, Southampton. Drawn by Lieut. Scott under the Direction of Col. James. Lond. 1859. — Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 2, S. 301.

Die Constructionen des Hauses sind in Fig. 474 bis 478 enthalten. Es wurde die Einrichtung getroffen, dass zwei Photographen gleichzeitig arbeiten können; die Apparate sind doppelt vorhanden.

Die äussere Ansicht zeigt Fig. 474.

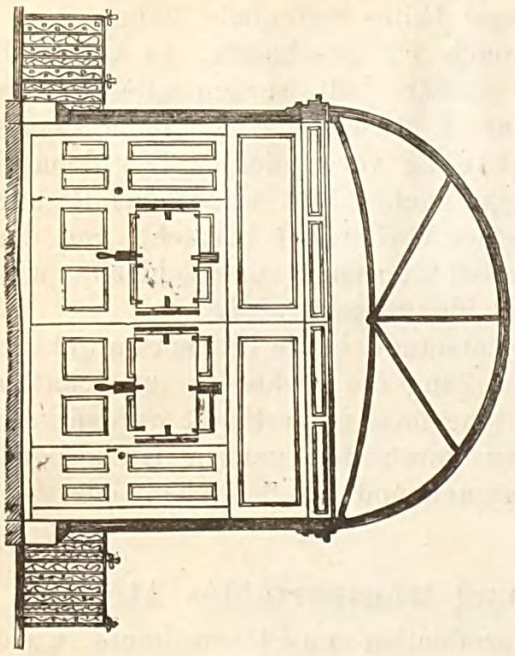


Fig. 477. Henry James' Atelier.

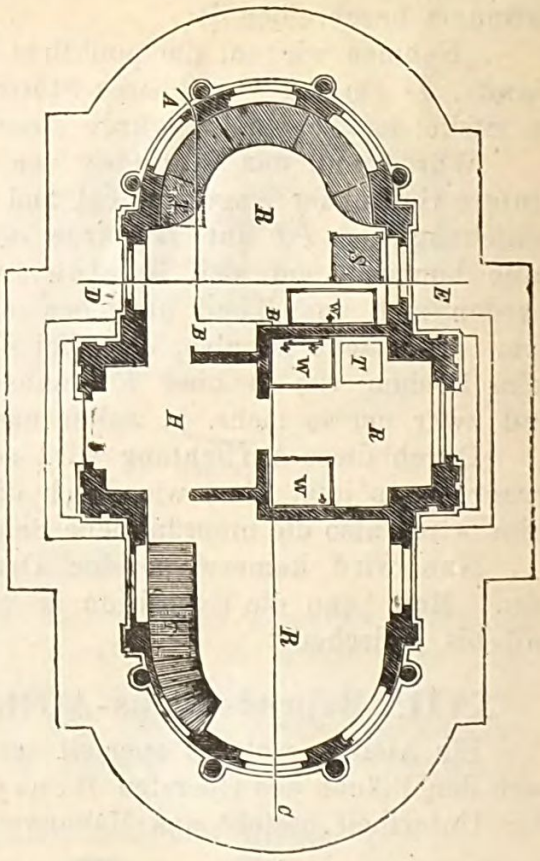


Fig. 475.

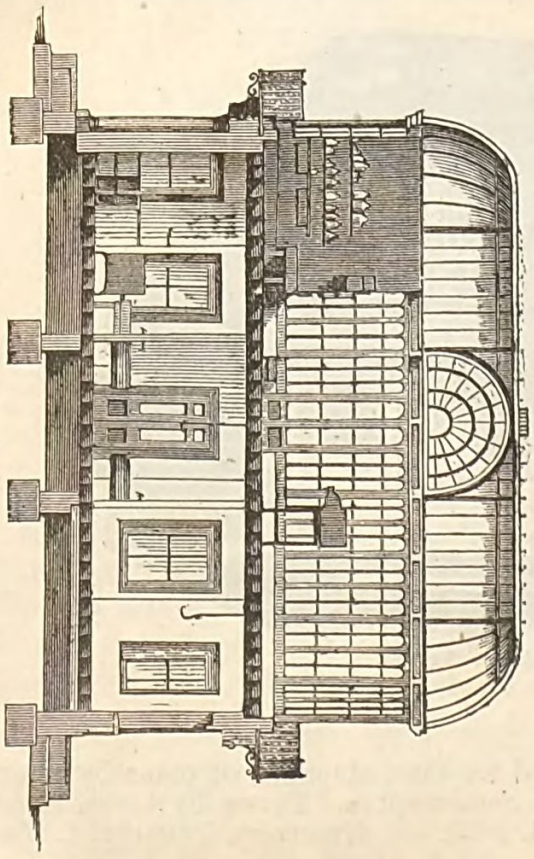


Fig. 478.

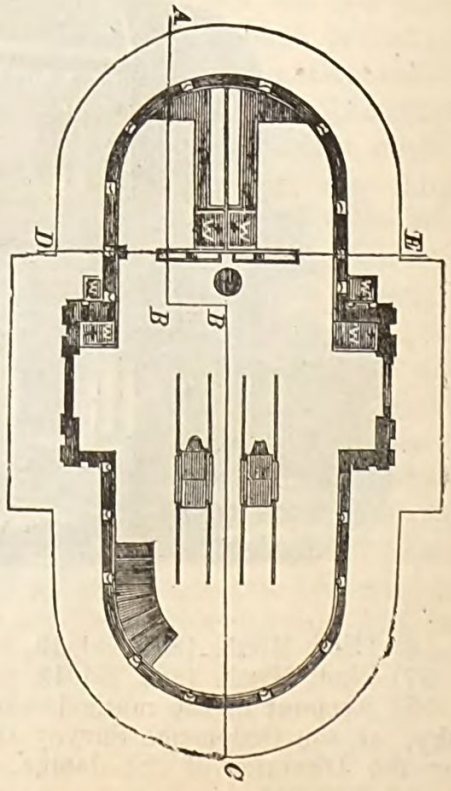


Fig. 476.

Das untere Geschoss, dessen Grundriss Fig. 475 zeigt, besteht in einer Vorhalle *H*, aus welcher man in die übrigen Räume gelangt. Diese sind das Aufbewahrungszimmer oder Amt *R* (rechts), in welchem die nicht im Gebrauch befindlichen Pläne etc. sich befinden. Das Waschzimmer für Glasplatten und Abdrücke (*R* hinter *H*), ein Zimmer für die Zubereitung des empfindlichen Papieres, Färben der Abdrücke (*R* links). *S* ein Ofen. *W W* Wasserbehälter. Die Fallthür *T* führt in die Keller.

Das obere Geschoss ist in Fig. 476 dargestellt. Es ist in drei Abtheilungen getheilt. Zwei Dunkelzimmer (links) zur Herstellung der empfindlichen Platten etc. und ein grosser Raum (rechts der Linie *D E*) für die Camera. *W W* Wassergefässe. Ein Gang läuft um das ganze Gebäude in einer Ebene mit dem ersten Geschoss; das Gitter desselben dient während des Tages als Träger für die Copirrahmen.

Fig. 477 zeigt den Querdurchschnitt des oberen Geschosses nach der Linie *D E* Fig. 476. Fig. 478 ist ein Längsdurchschnitt durch das ganze Gebäude nach der Linie *A B B C*.

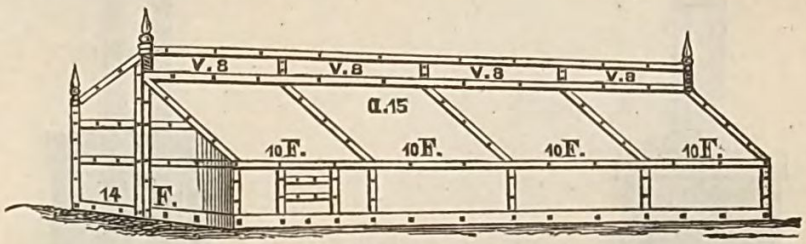


Fig. 479.

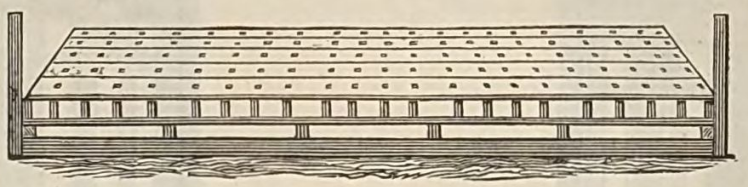


Fig. 480.

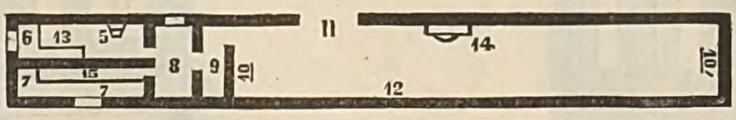


Fig. 481.

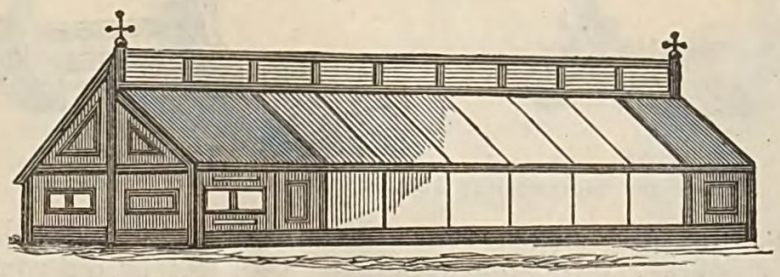


Fig. 482.
Corscaden's transportables Atelier.

Weitere Angaben über Reproductions-Ateliers s. S. 473.

James H. Corscaden beschrieb ein von ihm ausgeführtes transportables grösseres Atelier, welches etwa 2000 fl. kostete und folgendermassen construirt war: Fig. 479 zeigt den Plan des Rahmenwerkes. Fig. 480

den Fussboden (40 engl. Fuss lang und 14 Fuss breit). Fig. 480 den Grundriss mit daneben gezeichnetem Massstab (10 engl. Fuss auf 1 Zoll) und Fig. 482 das aufgerichtete Atelier. In Fig 481 bedeutet: *14* den Ofen, *10* Hintergrund, *12* Glaswand, *11* Thüre, *9* Gang, *8* Retouchirzimmer, *16* Copirraum, *13* Dunkelkammer (mit Unterabtheilungen)[59].

XVIII. Vorrichtungen zu Reproductionen.

Bei der Aufnahme von Karten, Zeichnungen, deren Linien ganz correct wiedergegeben werden sollen etc., ist eine richtige Aufstellung derselben zur Camera unumgänglich nothwendig, worauf schon in Heft III, S. 286 und Heft IV, S. 446 hingewiesen wurde.

Von den zahlreichen Apparaten, welche zu diesem Zwecke construirt wurden, sei die von Horne und Thornwhaite construirte Vorrichtung beschrieben.

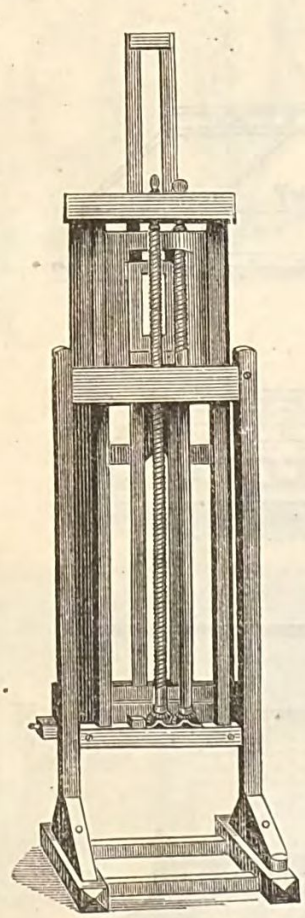


Fig. 483.

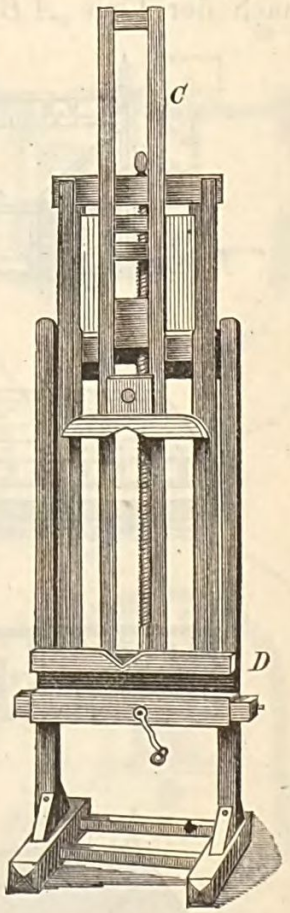


Fig. 484.

Horne's und Thornwhaite's Apparat zur Aufnahme von Karten etc.

Fig. 483 und 484 zeigen den Apparat zum Richten der Bilder, welche mittelst der Camera copirt werden sollten. Fig. 483 ist die vordere Ansicht, Fig. 484 die hintere. Durch Drehen am Griff (Fig. 483) wird die Fig. 484 ersichtliche Schraube bewegt; dadurch geht der Rahmen auf- oder abwärts. Der Rahmen kann auch geneigt werden[60].

59) Phot. News. 1877. S. 274.

60) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 12; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 371.

Um Zeichnungen etc. in einer Ebene in richtiger Lage gegen die Camera anzuordnen, benutzte W. T. Mabley die in Fig. 485 bis 486 abgebildete Vorrichtung. Fig. 485 Seitenansicht. Fig. 486 vordere Ansicht jenes Theiles, welcher die zu copirende Zeichnung trägt. Fig. 487 obere Ansicht des Tragbrettes. *a* Tragbrett, an welchem durch eine Linie *b b* die Mitte gezeichnet ist, damit die Camera und Zeichnung übereinstimmend gestellt werden können. Die Camera *d* ist mittelst einer Seitenschraube auf dem als Untersatz dienenden Kasten *c* befestigt. Der Träger für die Zeichnung besteht aus den Theilen *f* und *l*, welche gegeneinander rechtwinklig befestigt sind. Die Bolzen *g* gehen in Spalten der Holzleiste *h*, welche auf- und abwärts geschoben werden können. Der vorstehende Theil *i* mit der Schraube *k* tragen die Zeichnung. Der zu copirende Kupferstich etc. wird genau in

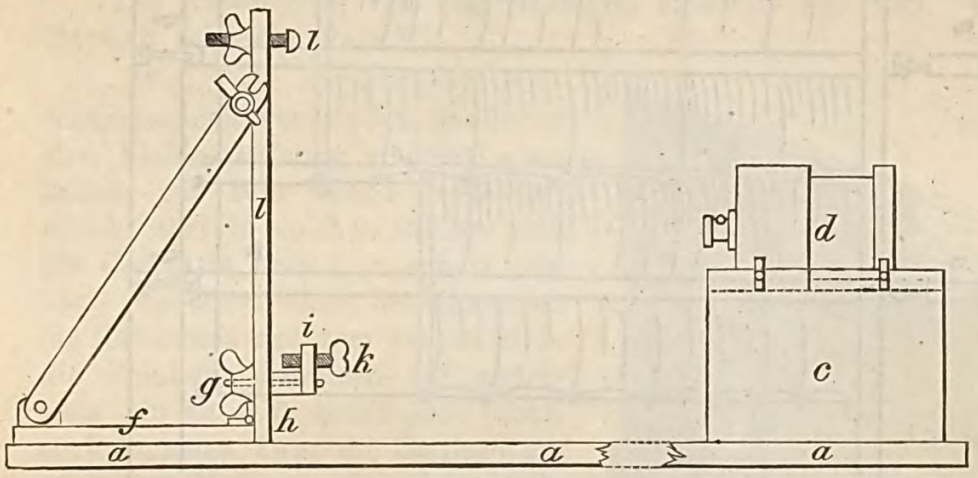


Fig. 485.

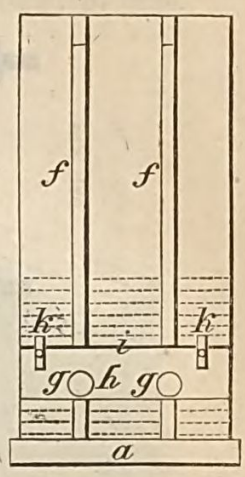


Fig. 486.

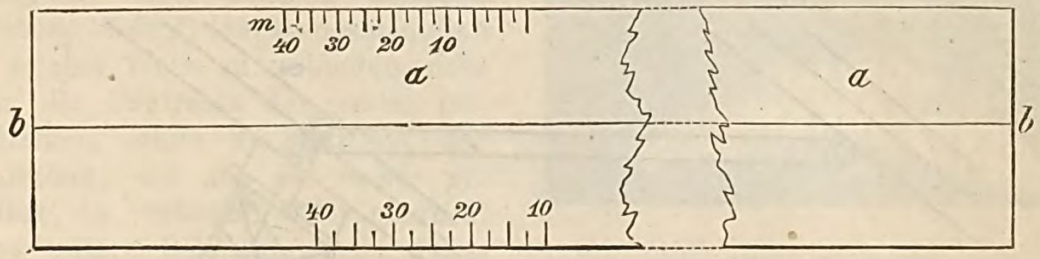


Fig. 487.
Mabley's Apparat.

die Mitte eines Zeichenbrettes gelegt und dann bei *l* in der richtigen Lage aufgestellt[61]).

Um Gemälde reproduciren zu können, ist es gut, dieselben (— nachdem die Farbe alter Gemälde durch Glycerin, Olivenöl oder gezuckertes Eiweiss belebt ist —) in einen hexagonalen Schirm (Fig. 488) einzuschliessen, welcher das Entstehen von Glanz- und Reflexlicht hindert. Das Licht kommt von oben und beleuchtet das in *A* fixirte Gemälde; das Objectiv befindet sich bei *B*.

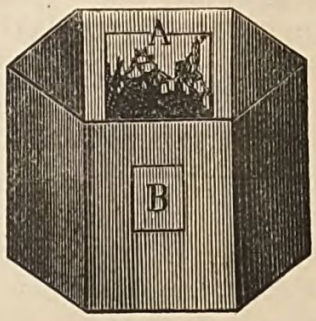


Fig. 488. Vorrichtung zum Photographiren von Gemälden.

61) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 157; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 8, S. 253.

XIX. Gardinen im Atelier.

Für die Praxis ist es höchst wichtig, dass das Licht aus einer bestimmten Richtung einströme und dass das aus anderen Richtungen kommende

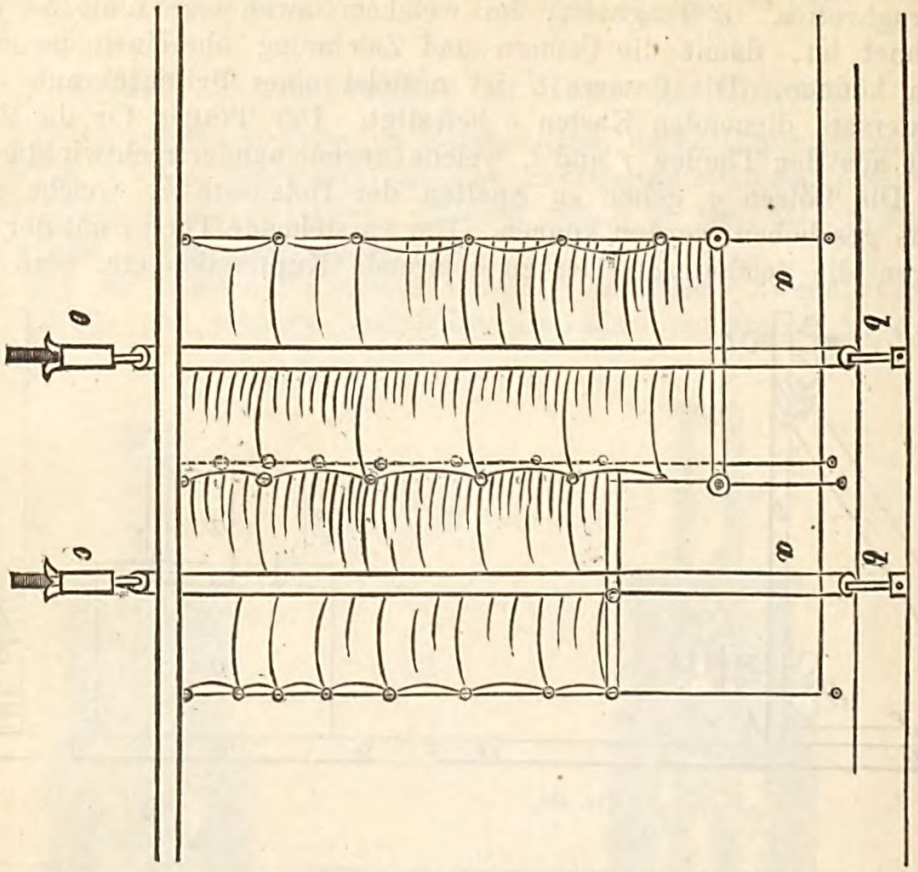


Fig. 489.

Seiten- und Dach-Gardinen.

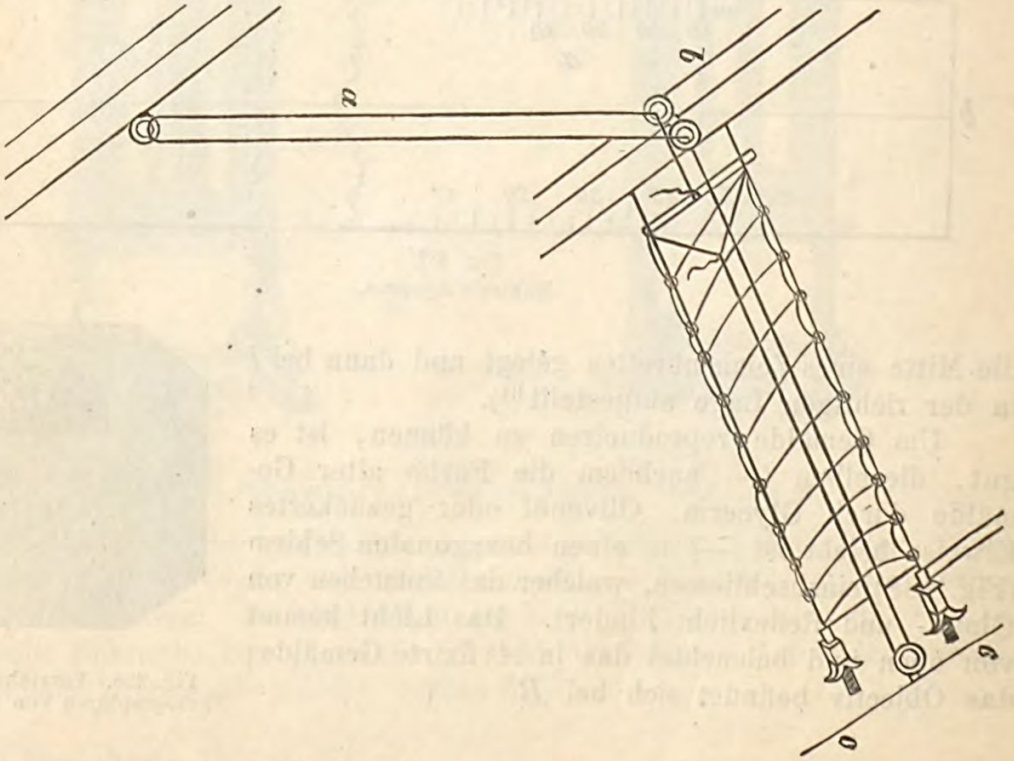


Fig. 490.

Licht gänzlich abgeschlossen werden könne. Zu diesem Zwecke verwendet man entweder Schirme oder Gardinen.

Die Gardinen sind unten befestigt und nach oben frei beweglich. Die Seiten-Gardinen sind meistens in senkrechter Richtung, die Dach-Gardinen in schiefer Richtung (vergl. Fig. 489 und 490) angebracht.

Die Einrichtung der Seitengardinen zeigt Fig. 488. Die über die Rollen *b b* laufenden Schnür *a a* dienen zur Bewegung, die Vorrichtung *c* zum Spannen der Schnüre. Aehnlich sind die Dachgardinen (Fig. 490) eingerichtet (H. W. Vogel).

Der Stoff, woraus die Gardinen gefertigt sind, ist sehr verschieden. Am häufigsten sind dunkelblaue, mehr oder weniger undurchsichtige Baumwollstoffe. Weisse Gardinen oder stark durchscheinende Musselin-Gardinen schliessen das Licht nicht genügend ab.

Die Anwendung von Zug-Gardinen erläutert Fig. 490. Löscher und Petsch schreiben dazu[62]):

„Wenn wir ein möglichst concentrirtes Licht verwenden, das durch eine kleine Oeffnung eindringt, erhalten wir sehr schön modellirte Köpfe, aber in solchen Bildern sind die Contraste immer zu scharf und hart, besonders fehlen den Umrissen die Halbtinten und dem ganzen Bilde die Feinheit; benutzen wir anderseits ein zu sehr zerstreutes Licht, so bekommen zwar die Umrisse genügenden Halbton, aber dem Bilde fehlt Kraft und Contrast, es ist effectlos. Wir müssen demnach streben, beide Beleuchtungsmanieren in solcher Weise zu verbinden, dass wir die Contraste der ersten beibehalten, ohne die Zartheit der Halbtöne, die uns die zweite gewährt, zu verlieren. Wir glauben, dass unsere Beleuchtungsart dieses Problem löst.

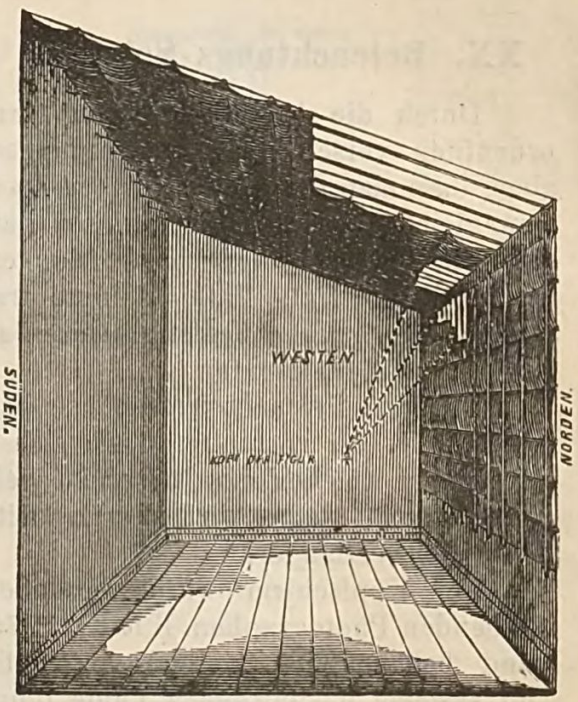


Fig. 491. Zug-Gardinen.

Unser Atelier ist 40 Fuss lang und 20 Fuss breit; die Südwand ist 16 Fuss hoch; die Nordwand etwa 11 Fuss. Das Dach neigt sich also nach Norden, die Seitenwände sind nach Osten und Westen gelegen. Da wir reines Nordlicht vorziehen, ist nur die Nordwand und das Dach verglast; und um die Sonne abzuhalten, ist auf dem Dache eine grosse Blende angebracht. Das Licht ist durchaus beständig; man muss aber auch befähigt sein, es für jeden Kopf nach Erforderniss zu ändern, es von jedem beliebigen Punkte aus einfallen lassen zu können. Unter dem Dach und an der Nordwand sind anderthalb Fuss breite Vorhänge von doppeltem blauem Musselin angebracht. Diese Vorhäuge bewegen sich in Drähten und gehen soweit übereinander, dass kein Licht dazwischen eintreten kann. Jeder Vorhang hat seine besondere Schnur, so dass man das Licht ganz nach Bedürfniss einzulassen vermag.

62) Phot. Archiv. 1866. S. 242.

Ein Drittel des Ateliers, an der Stelle, wo die Figur sich befindet, halten wir geschlossen; die anderen Vorhänge sind je nach der Lichtintensität mehr oder weniger geöffnet; die Figur befindet sich also im Halbschatten und würde ein effectvolles Bild geben; nun aber öffnen wir am Dach oder an der Seitenwand ein paar Fuss. Dies hat eine überraschende Wirkung. Die Gestalt rundet sich vortrefflich und doch nimmt das Vorderlicht den tiefen Schatten ihre Schwere. Man hat das Licht vollständig in der Gewalt nnd kann z. B. bei älteren Personen mehr Vorderlicht in Anwendung bringen, bei Kinderaufnahmen viel öffnen, um rasch zu exponiren etc.“

Manche Photographen benutzen anstatt der Zug-Gardinen verschiebbare Rahmen, welche mit gestrichener, vollständig undurchsichtiger Leinwand überzogen sind[63]). Diese Rahmen oder Schirme können nach Art der Jalousien drehbar eingerichtet sein.

XX. Beleuchtungs-Schirme, Reflectoren und Hintergründe.

Durch die Anwendung von Gardinen im Atelier konnte man ausserordentlich verschiedene Beleuchtungseffecte erzielen. Die Erfahrung zeigte aber, dass man den beabsichtigten Zweck meistens nur erreichen konnte, wenn man gleichzeitig die Gesammtintensität des Lichtes bedeutend schwächte und dadurch die Exposition sehr verlängerte. Man versuchte dann zunächst für vereinzelte specielle Fälle kleinere transportable innere Beleuchtungsschirme, welche auf Stativen befestigt waren und dem Modell beliebig genähert oder entfernt werden konnten.

Da diese Beleuchtungsschirme bedeutend verschiedene Effecte zu erzielen gestatteten, so verbreiteten sie sich rasch. Dabei ist die gesammte Lichtmasse, mit welcher man arbeitet, viel grösser, als bei complicirten Gardinen-Systemen und daher wird die Exposition nicht so, wie bei den älteren Vorrichtungen verlängert[64]).

Der Kopfschirm wurde besonders durch die Agitation des in Algier wohnenden Photographen Klary 1875 bekannt, welcher seine diesen Gegenstand behandelnde Broschüre „Application aux portraits photographiques d'un système d'éclairage à l'aide d'un écran de tête mobile et coloré“ (1875) um 100 Franken anbot. Der von ihm empfohlene Schirm ist unter dem Namen Klary-Schirm bekannt, obschon er nicht von ihm zuerst angegeben wurde, sondern schon im „Philadelphia-Photographer“ vom October 1873. S. 493[65]) beschrieben und abgebildet war.

Der Klary'sche Kopfschirm besteht aus einem Stativ M, Fig. 492, von 2 m Höhe und 5 cm Breite und 2 cm Dicke, welches durch den Fuss P, von 60 cm Breite, mit den Streben A getragen wird. Dieses Stativ trägt den eigentlichen Schirm K aus mit Zeug bespanntem Eisendraht, von 85 cm Quadrat, an einem Stiel von 56 cm Länge. Die Art der Befestigung des Drahtes an dem Stiel zeigt Fig. 496, die Construction des Stieles Fig. 494 und 495. Es ist leicht ersichtlich, dass sich der Schirm, dessen Stiel um das Charnier R (Fig. 495) drehbar ist, mehr oder weniger neigen und mittelst der Schnur O (Fig. 492) in beliebiger Lage festhalten lässt, dass

63) Petsch, Phot. Mitth. 1873. Bd. 10, S. 164.
64) Phot. Wochenbl. 1881. S. 343.
65) Auch Phot. Corresp. 1876. S. 228.

man ferner den Schirm mittelst der Klemmschraube *D* (Fig. 492 und 495) höher oder niedriger stellen kann.

Mit dem Kopfschirm ist ein leichter Weg eröffnet worden, alle Beleuchtungs-Abwechselungen, welche nothwendig sind, in Folge der Verschiedenheit der Gesichter, zu ermöglichen. Eine günstige, im Voraus nicht geahnte Beleuchtung kann durch Bewegungen mit dem Schirme gefunden werden. Mit dem nöthigen Geschmack und ein wenig Uebung in der Handhabung wird seine Zweckmässigkeit augenscheinlich, denn jeder beliebige Effekt kann hervorgerufen werden, in weniger Zeit als man braucht, um einen Kopfhalter anzubringen.

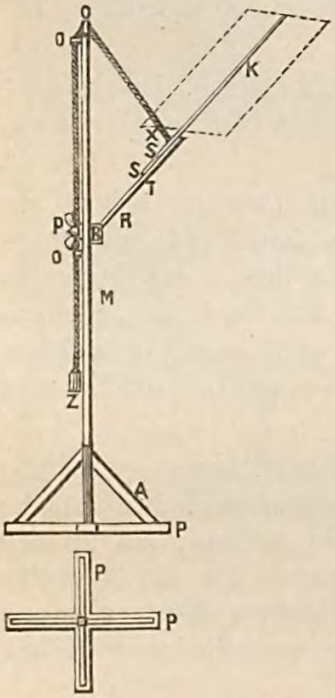


Fig. 492.

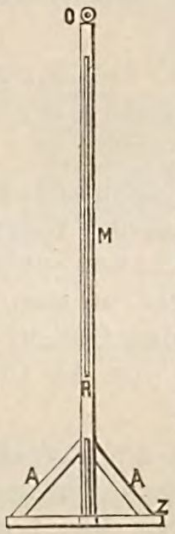


Fig. 493.

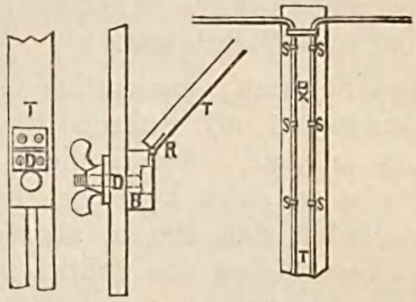


Fig. 494. Fig. 495. Fig. 496.

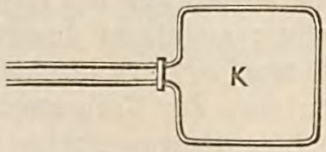


Fig. 497.

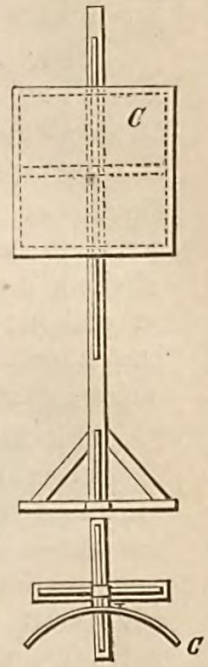


Fig. 498.

Klary's Kopfschirm. Klary's Reflector.

In Verbindung mit diesem Schirm empfiehlt nun Klary einen concaven Reflector, den Fig. 498 im Aufriss und im Grundriss zeigt. Er besteht aus einem gekrümmten Holzrahmen, 65 cm hoch und 62 cm breit. Derselbe ist an einem ähnlichen Ständer wie der Kopfschirm angebracht, so dass er sich hoch und niedrig stellen lässt.

Der Kopfschirm kann aus weissem oder blauem, sehr feinem Baumwollenstoff hergestellt werden, weiss mildert das Licht und ist daher vorzugsweise anzuwenden, wenn es sich darum handelt, das Licht für Bilder in ganzer Figur zu mildern.

An Stelle eines gewöhnlichen durchsichtigen (weissen oder blauen) Schirmes kann ein Schirm von halbdichtem Stoffe und von nicht actinischer Farbe, wie hell-rosa, rosa, hell-orange, angewendet werden, ohne dass die Sitzungszeit dadurch bedeutend verlängert wird.

Ohne diesen Schirm bringt die direct von oben auf das Gesicht fallende Lichtmasse grelle Lichter und tiefe Schatten hervor. Obgleich diese Schatten unter den Augenbrauen, der Nase und dem Kinn etc. etc. nothwendig sind, so erscheinen sie doch plump und unangenehm; der Ausdruck wird in Folge

dessen ein schlechter, welcher noch vermehrt wird durch die Unbehaglichkeit, welche die direct auf das Modell fallende blendende Lichtmasse demselben verursacht. Wenn man diesem Uebelstande nur durch Vorhänge abhilft, so entzieht man dadurch eine so grosse Menge Licht, dass dies die Sitzungszeit bedeutend verlängert, und es ist nichts Neues, dass, je kürzer die Sitzungszeit dauert, um so sicherer man auf einen guten Erfolg für alle Gesichtspunkte rechnen kann. Durch den Kopfschirm werden die directen Lichtstrahlen aufgehalten und sind gezwungen, eine neue Richtung zu nehmen, indem sie sich nach allen Richtungen über das Modell zerstreuen. Das Licht umfliesst den Kopf, erhellt die Vertiefungen des Gesichtes und verbreitet über das ganze Modell eine harmonische und sich verschmelzende Färbung, und macht für gewöhnlich die Anwendung eines Reflectors auf der Schattenseite unnöthig.

Sehr richtig bemerkt Klary, dass der Kopfschirm in hohen Ateliers von grösserer Wirksamkeit ist, als in niedrigen. Dieser Punkt ist von Wichtigkeit.

Die farbigen Schirme, namentlich Gelb und Roth, wirken schon aus ziemlicher Entfernung (1 m), während Blau und Weiss dem Kopfe viel mehr genähert werden müssen. Wenn die Schatten unter den vorspringenden Theilen des Kopfes zu stark kommen, braucht man den Schirm nur etwas zu senken; sie werden sich klären, aber das Gesicht wird monoton werden. Durch seitliches Verschieben des Schirmes von der Glaswand ab erhält man mehr Relief (Liesegang).

Zur Regulirung des Seitenlichtes dient ein viereckiger Rahmen (ungefähr $1^1/_2$ m breit und 2 m hoch), der auf Rahmen läuft. Oben sind zwei starke eiserne Drähte befestigt; an einem derselben hängt ein weisser, am andern schwarzer Stoff, den man so zurechtschieben kann, wie es für die Beleuchtung am förderlichsten ist. Zur Verbesserung dieses Schirmes dient es, wenn man statt eines einzigen Paares Drähte vier Paar in verschiedenen Höhen befestigt, wie man in Fig. 499 sieht.

Die Reflector-Schirme dienen zur Aufhellung der Schattenseite, welche oft zu dunkel erscheint. Dadurch wird ein weich modellirtes Gesicht erhalten. Die einfachste Art eines Reflector-Schirmes zeigt Fig. 500. Ein mit weissem Papier[66]) bespannter Rahmen ist um *a* beweglich und kann nach Bedarf fixirt werden. Der Schirm ist meistens $1^3/_4$ bis 2 m hoch und 1 bis $1^1/_2$ m breit.

Woolcot beleuchtete die Personen mittelst Metallspiegeln[67]), welches Licht aber zu sehr blendet. Die Beleuchtung mit Spiegeln kann dagegen bei Aufnahme von Interieurs, Kellern etc. grosse Dienste leisten.

Evens photographirte einen Tunnel der Pacific-Bahn mit bestem Erfolge durch Anwendung von Spiegel-Reflectoren, mittelst welchen er das directe Sonnenlicht in den Tunnel warf. Das Negativ war in 15 Minuten (nasses Collodion-Verfahren) ausexponirt[68]). H. W. Vogel hat auf ähnliche Weise das Innere unterirdischer egyptischer Gräber aufgenommen. Den Vorgang hierbei zeigt Fig. 501.

66) Die Rückseite kann mit Staniol bedeckt sein, um nach Bedarf über mehr reflectirtes Licht verfügen zu können.

67) Dingler, Polytechn. Journ. 1840. Bd. 78, S. 122.

68) Phot. Mitth. 1868. Bd. 5, S. 131.

Manche Photographen verwenden cylindrische und concave Reflectoren im Porträt-Atelier.

Der Reflector befindet sich auf einem eisernen Stativ und kann vermittelst eines Gelenkes bewegt und gehoben und gesenkt werden. Das Centrum befindet sich während der Exposition ungefähr in der Höhe des Halses.

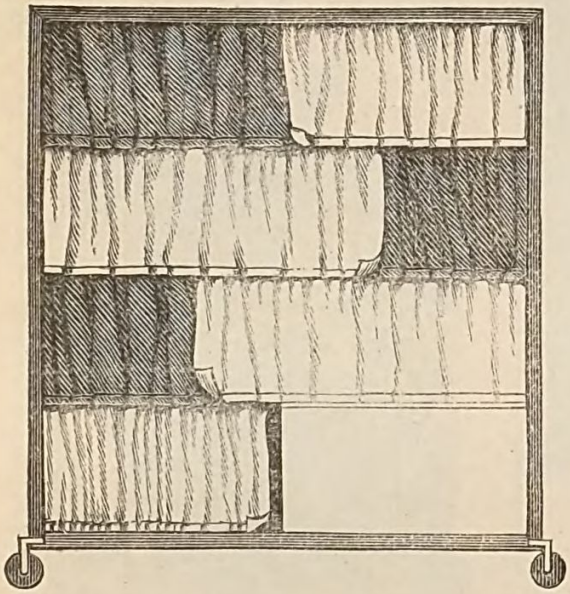


Fig. 499. Seitenschirm.

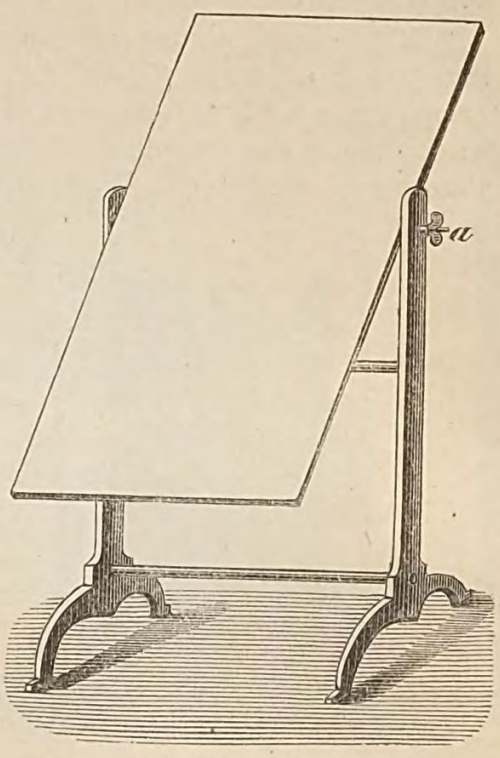


Fig. 500. Reflector.

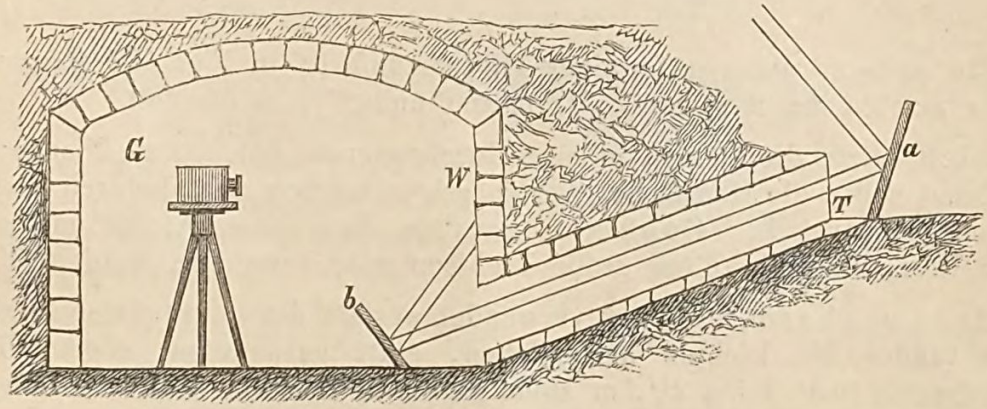


Fig. 501. Reflector.

In Fig. 502 ist ein concaver Reflector dargestellt, wie er mit viel Erfolg im Atelier verwendet werden kann. Derselbe ist gerundet, kann sowohl aus Holz als aus Blech gefertigt und mit weissem, blauem, rosenfarbigem oder halbviottem Stoff überzogen werden. Der Schirm ist auf einem hohen vertikalen Fusse befestigt.

Fig. 502 zeigt den Gebrauch eines concaven Reflectors *C* nebst einem Kopf-Schirm *B* und einem halbkreisförmigen Hintergrund.

Der gebogene Hintergrund bezweckt hauptsächlich, dass derjenige Theil desselben, welcher im Atelier der Lichtseite näher steht, dunkler erscheint, so dass das Gesicht einer Person, welche nach der Schattenseite des Ateliers sieht, sich von dem übrigen alsdann lichteren Theile des Hintergrundes effectvoll abheben kann.

Einen solchen Hintergrund combinirte Waller mit Schirmen und Reflectoren[69]), in einer Weise, welche Fig. 503 genügend veranschaulicht.

Mit einer alkovenartigen Form eines gekrümmten Hintergrundes, Fig. 504 *a*, arbeitete Adam Salomon 1870 mit bestem Erfolg. Die Decke *C* wirft hier noch Schatten von oben, der durch Niederklappen von *c* vermehrt wird. Auch das Seitenlicht kann durch Vorklappen *b b'* mehr oder weniger abgesperrt werden (H. W. Vogel).

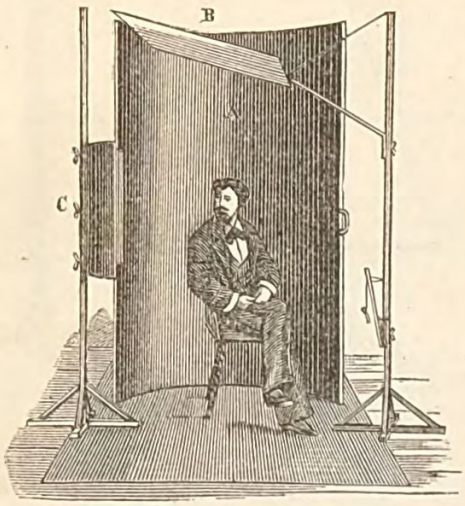


Fig. 502.
Gebrauch der Schirme.

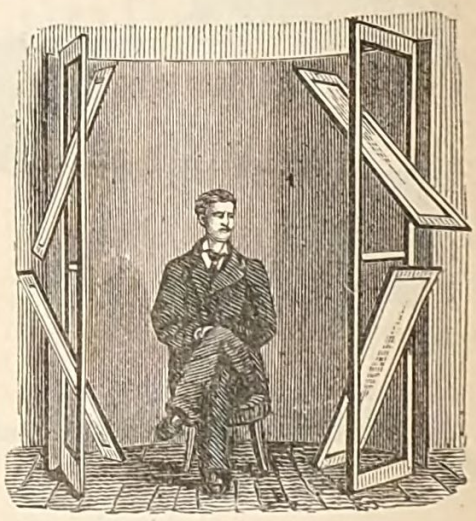


Fig. 503.
Waller's Hintergrund
(Höhe 7', Durchmesser 5').

Ein anderer alkoven-förmiger Hintergrund ist in Fig. 505 dargestellt. Asher machte ihn 2 m breit, $^2/_3$ m tief und $2^1/_4$ m hoch[70]).

Eich setzte die Person in eine durchaus rosa beleuchtete Nische; das rosa Licht sollte die Hautfarbe gleichmässiger machen und dadurch Negativ-Retouche ersparen[71]). Constant garnirte das ganze Atelier mit einem zarten Rosa, dadurch sollen grelle Lichtcontraste vermieden werden[72]).

Fr. Luckhardt in Wien verwendet anstatt des gekrümmten Salomon-Hintergrundes die leichter beweglichen, glatt gespannten, ebenen Tuch-Hintergründe (von 2 bis $2^1/_2$ m Höhe und 2 m Breite). Um den Effect zu erzielen, welchen der Salomon'sche Hintergrund bietet, bedient er sich eines zweiten ungefähr 1 m breiten Wandschirmes (Fig. 506 *cd*) und stellt denselben in der Weise gegen den Hintergrund ab, dass das Seitenlicht fortfällt und der Schatten des Schirmes auf den Hintergrund die Abtönung von Dunkel in Licht herbeiführt. Ausserdem kann man bei *g* einen kleinen

69) Phot. News. 1874. S. 139.
70) Phot. News. 1874. S. 139.
71) Phot. Archiv. 1871. S. 178.
72) Phot. Archiv. 1871. S. 82.

Schirm über den Kopf der Person geneigt (nach Art des Klary-Schirmes) anbringen [73]).

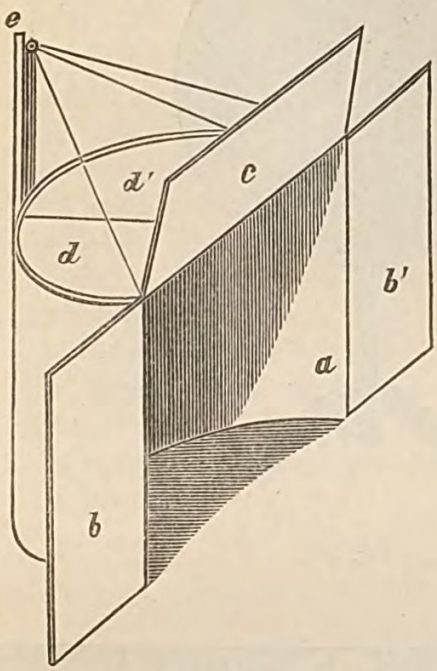


Fig. 504. Salomon's Hintergrund.

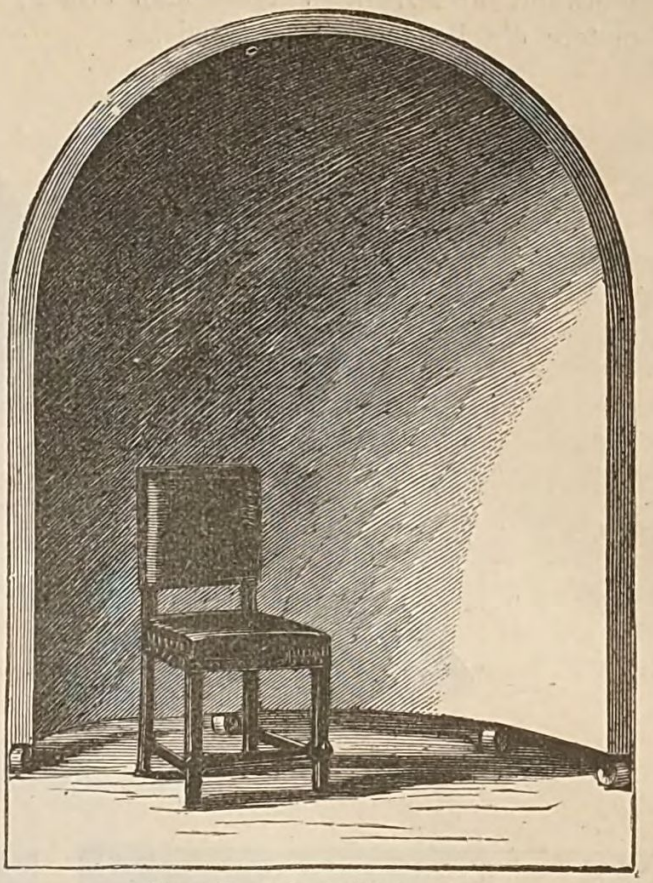


Fig. 505. Asher's Hintergrund.

Als ein sehr gutes Mittel, um einen Hintergrund zu erzeugen, der auf der Schattenseite hell und auf der Lichtseite dunkel ist, liebt man den schalenförmigen Hintergrund [74]). In Fig. 507 und 508 ist ein solcher veranschaulicht.

Man kann sie, ähnlich wie Jalousien, aus Eisenstäben von 5 cm Breite und 1 cm Dicke construiren, und dann mit Holz und Tuch bekleiden.

In Fig. 509 und 510 ist der Gebrauch dieses Apparates und von Reflector-Schirmen angedeutet. Ueber der Person *A* ist der Kopf-Schirm *E* angebracht; die Schalenseite wird durch den Reflector-Schirm *C* aufgestellt, *D* ist der Schalen-Hintergrund (Liébert).

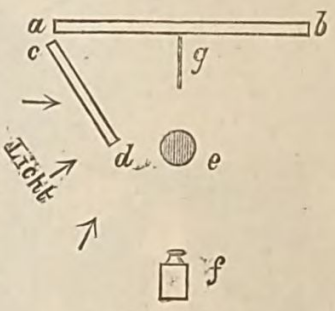


Fig. 506.
Abtonung des Hintergrundes.

Um den Effect der Abtonung des Hintergrundes zu erzielen, malte man die Hintergründe schattirt, von der einen Seite zur andern von Hell in Dunkel übergehend; man kann auch, wie oben erwähnt, durch Gardinen etc. einzelne Theile des Schirmes beschatten und dadurch neue Variationen erzeugen [75]).

73) Phot. Corresp. 1871. Bd. 8, S. 76.

74) Einen solchen schalenförmigen Hintergrund verwendete Kurtz in New-York schon im Jahre 1869 (Philadelphia Photographer. 1869. S. 292.

75) Gillo, Phot. Mitth. 1868. Bd. 5, S. 94.

Die Stoffe, auf denen man am besten malt, sind Papier, feine oder gröbere Leinwand (Shirting, Nessel, Planleinwand, Zwillich). Auf Planleinwand und Zwillich malt man besser, als auf Shirting, dagegen haben erstere ein bedeutenderes Gewicht.

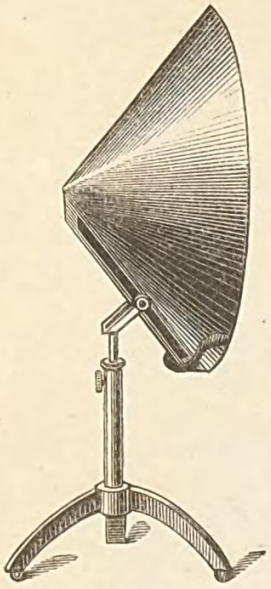


Fig. 507.

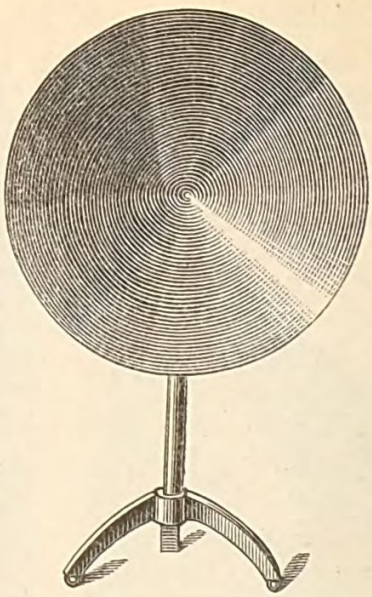


Fig. 508.

Schalenförmiger Hintergrund.

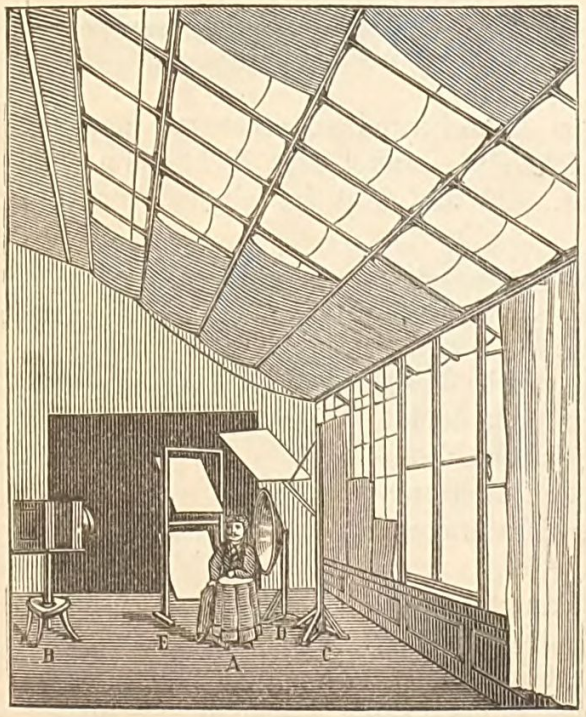


Fig. 509.

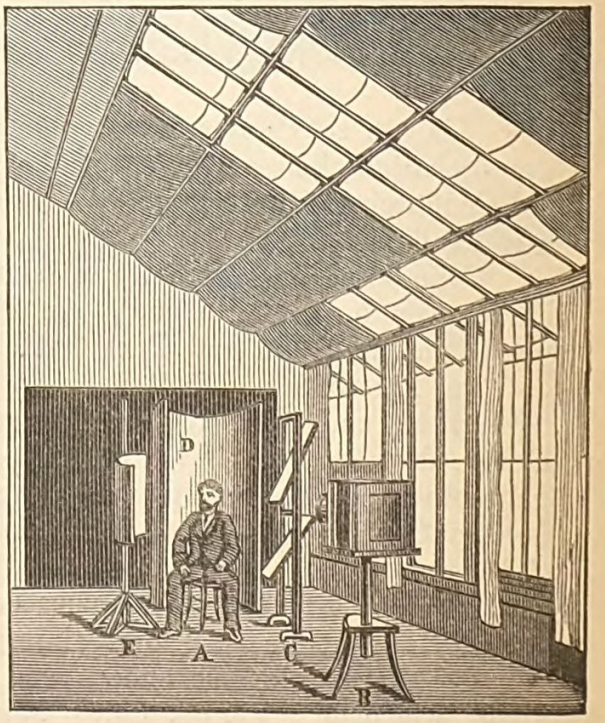


Fig. 510.

Gebrauch der Beleuchtungs-Apparate.

Von den Farben, welche am leichtesten zu streichen und in ihrer photographischen Wirkung so beschaffen sind, dass man sich auf den Augenschein verlassen kann, ohne nachher durch eine wesentlich andere Wirkung ge-

täuscht zu werden, sind für Leimfarbe: geschlemmte Kreide, lichter Ocker, Umbra und Casseler Braun zu empfehlen. Will man dunkle Töne nuanciren, so kann man durch Englisch-Roth, Citronengrün oder irgend ein Blau den Grundton abstimmen. Die Farben werden in kaltem Wasser eingeweicht und abgerieben und als Bindemittel eine etwa 10procentige Leimlösung oder guter, frisch gekochter Stärkekleister genommen.

Die Leimfarben sind wegen ihrer Glanzlosigkeit, ferner ihrer Billigkeit und Gleichmässigkeit sehr zur Anwendung auf Hintergründe geeignet, da selbe dem Verderben durch Nässe wenig ausgesetzt sind.

Handelt es sich um den Anstrich von Möbeln, Säulen, Ballustraden und sonstigen oft angefassten Requisiten, so ist die Wachsfarbe vorzuziehen. Sie erträgt die Nässe einigermassen und hat den Vorzug der Glanzlosigkeit in demselben Grade, wie die Leimfarbe. Bei ihrer Anwendung fällt die Schlemmkreide fort, statt ihrer nehme man Zink- oder Bleiweiss in Oel gerieben oder fein pulverisirt; ebenso soll Casseler Brann nicht verwendet werden. Man nehme statt dessen Kienruss, gebrannten dunklen Ocker oder gebrannte Englische Umbra. Das Bindemittel ist Wachs und Mastix, zu gleichen Theilen in Terpentin über sanftem Feuer zusammengeschmolzen. Zu dieser Mischung kann man noch eine kleine Quantität Copaiva-Balsam hinzuthun. Will man die mit dieser Mischung angesetzten Farben beim Gebrauch noch verdünnen, so genügt eine schwache Wachs-Emulsion in Terpentin.

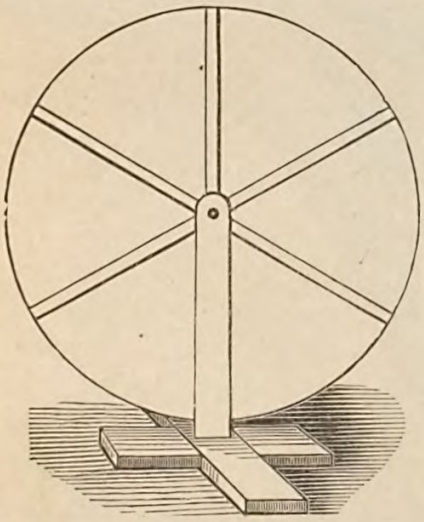


Fig. 511.

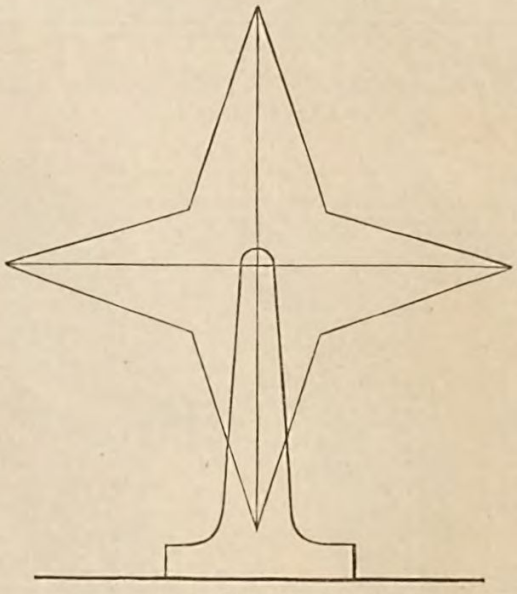


Fig. 512.

Drehende Hintergründe.

Können die gestrichenen Gegenstände Glanz haben, so nehme man anstatt der Wachslösung Leinölfirniss zu der Farbe. Auch die Oelfarbe lässt sich durch Terpentin oder dünnen Wachsüberzug sehr gut stumpf machen. Vergoldete und mit starken Glanzlichtern wirkende Möbel sind mit Vorsicht zu handhaben.

Auf Papier-Hintergründen kann man schliesslich auch mit Aquarellfarben genügend auskommen.

Vor vielen Jahren versuchte man mit drehenden Hintergrund-Schirmen den Hintergrund abzustufen. Z. B. drehte man eine mit dunklen Holz-

stäben versteifte Scheibe, Fig. 511[76]), besser entsprach die Form von Fig. 512. Man strich eine Seite schwarz, die andere weiss an. Sollte das Bild nach der Mitte zu hell, nach den Rändern zu dunkel werden, so benutzte man einen dunklen Hintergrund, wendete die weisse Seite der rotirenden Fläche nach dem Objectiv und drehte sie. Wollte man das Umgekehrte, so kehrte man die schwarze Seite der Camera zu[77]).

Einen Hintergrund mit Dessin schlug Dorat vor („chromatic background") und überspannte einen lichtgelben Stoff mit schwarzem Spitzenstoff[78]) (Fig. 513).

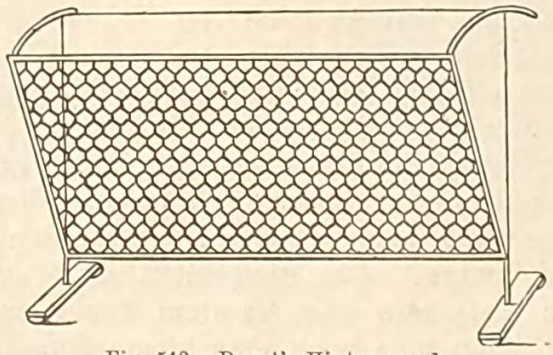


Fig. 513. Dorat's Hintergrund.

Wie man einen Hintergrund skizzirt und dann vollendet, ist in Fig. 514 und Fig. 515 vorgeführt[79]).

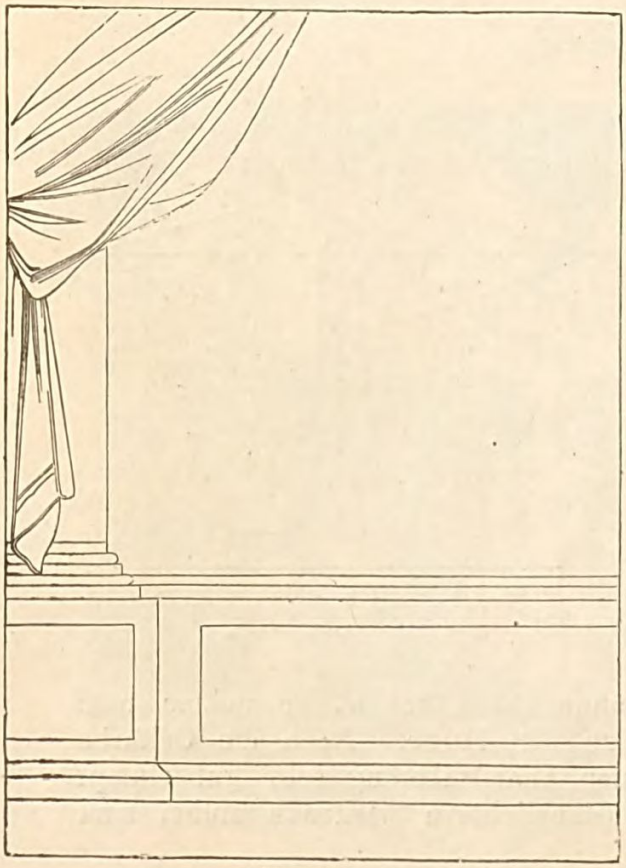


Fig. 514.

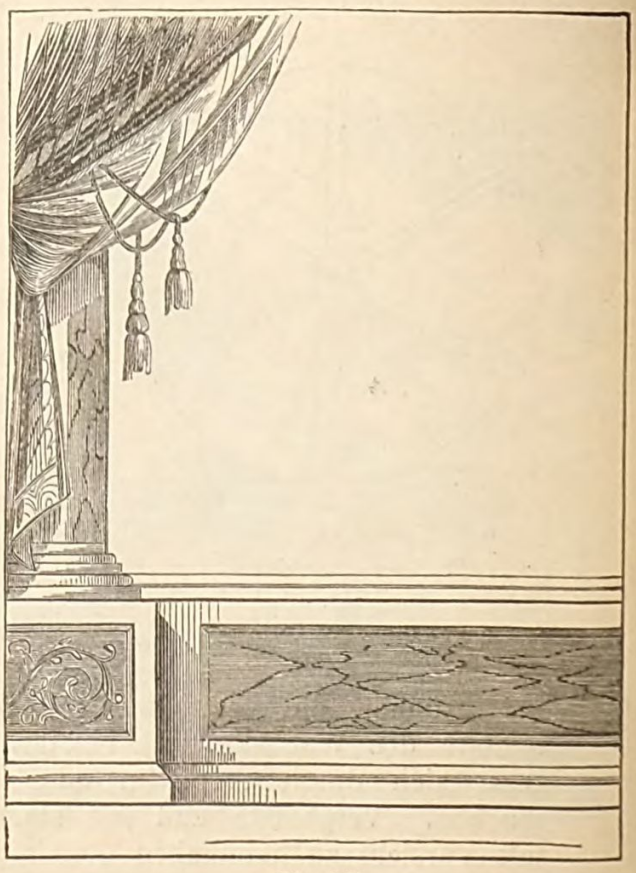


Fig. 515.

76) Snelling's Dictionary. 1854. S. 12.
77) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 351.
78) Snelling's Dictionary. 1854. S. 12.
79) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 354.

In Fig. 516 bis 521 sind mehrere Arten von Hintergründen abgebildet.

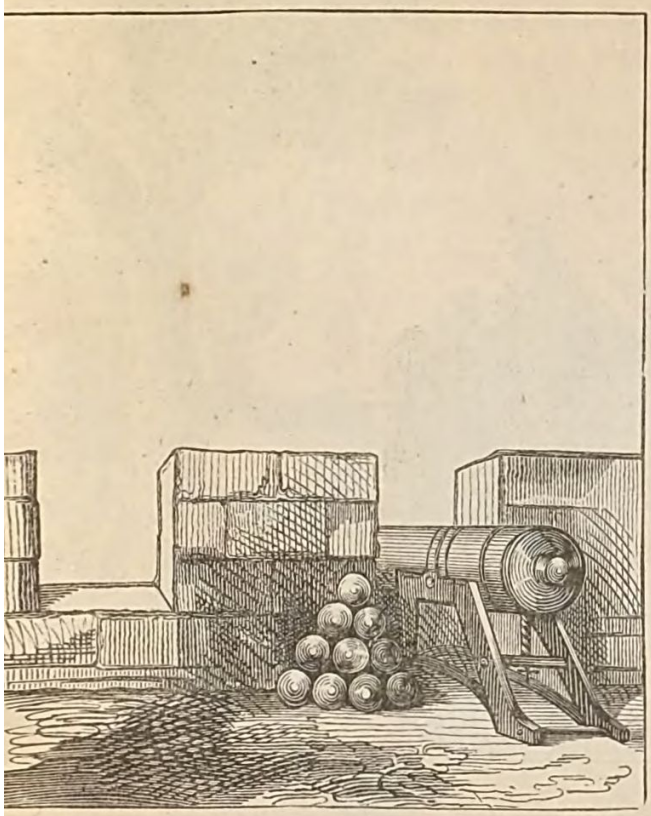


Fig. 516.

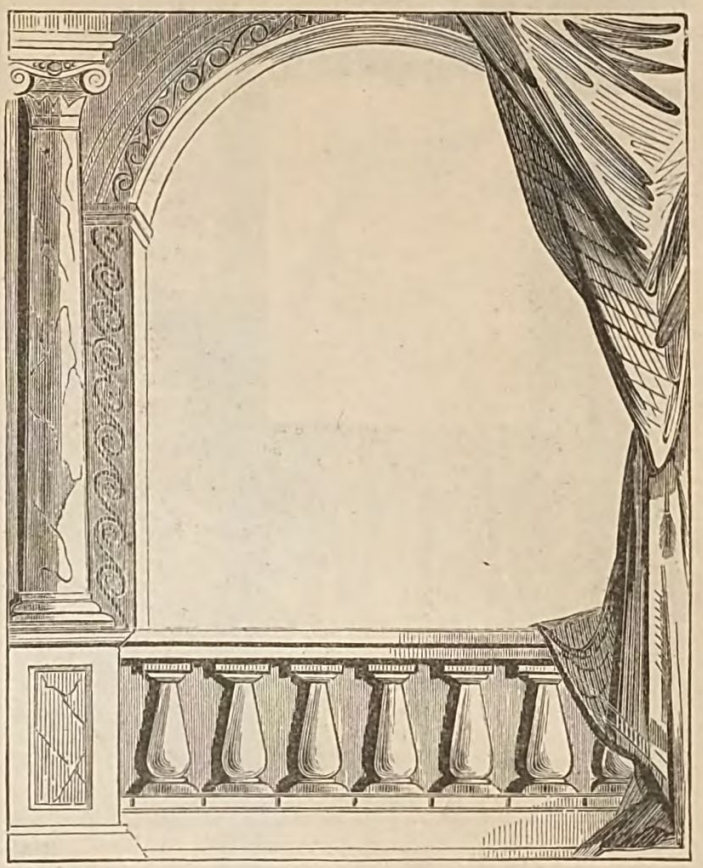


Fig. 517.

Hintergründe.

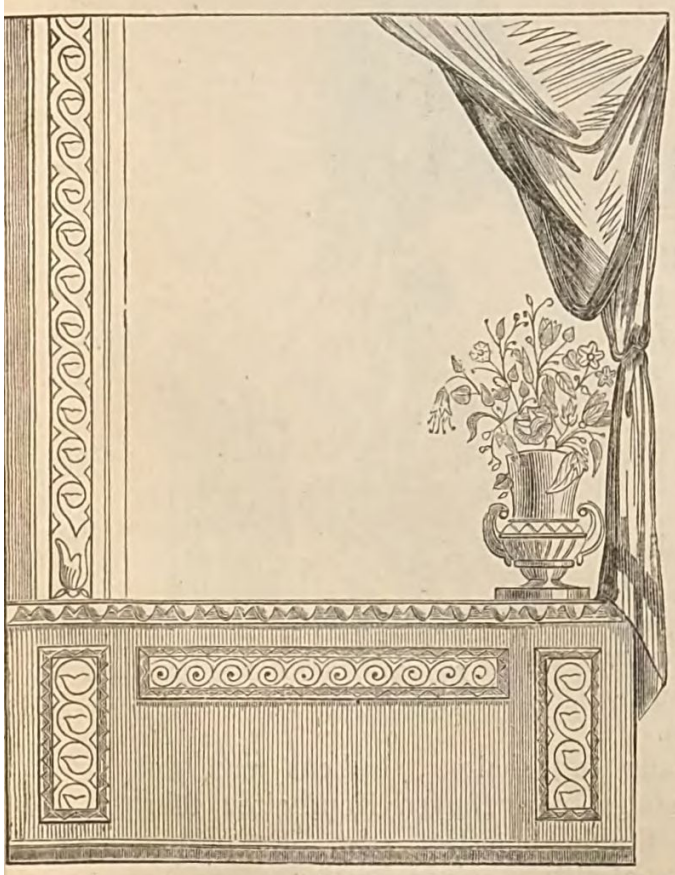


Fig. 518.

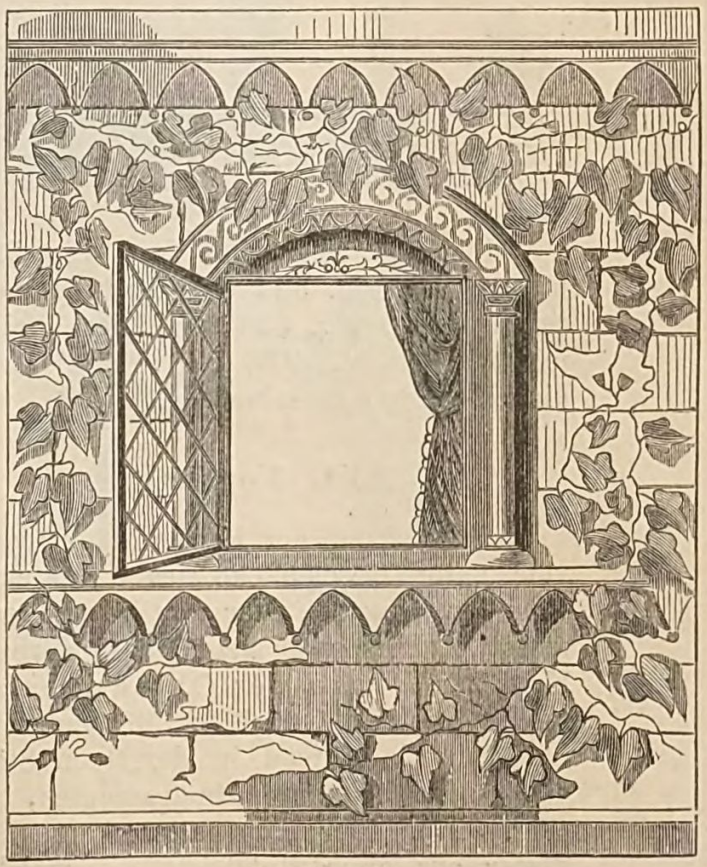


Fig. 519.

Hintergründe.

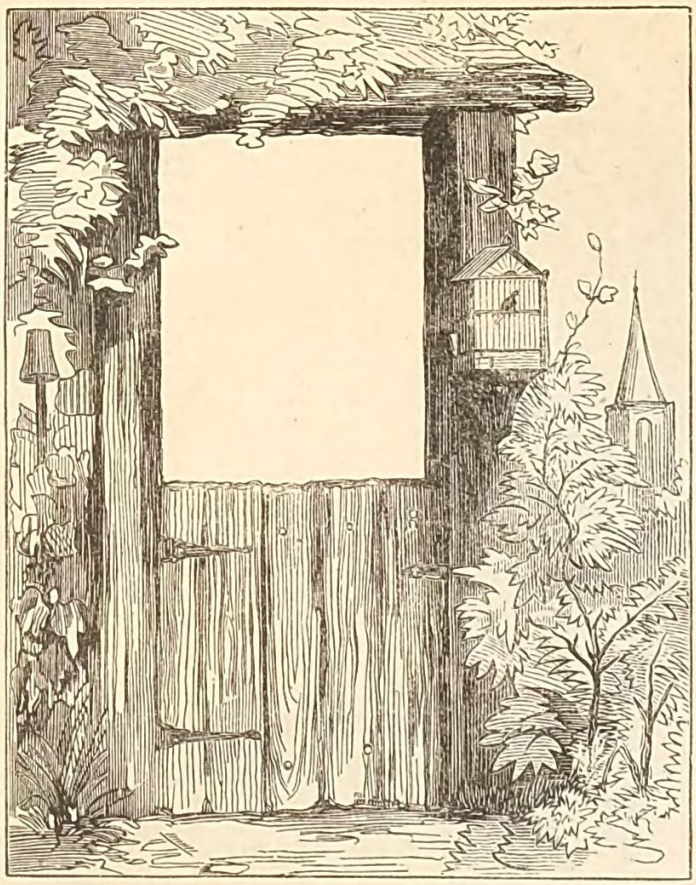


Fig. 520.

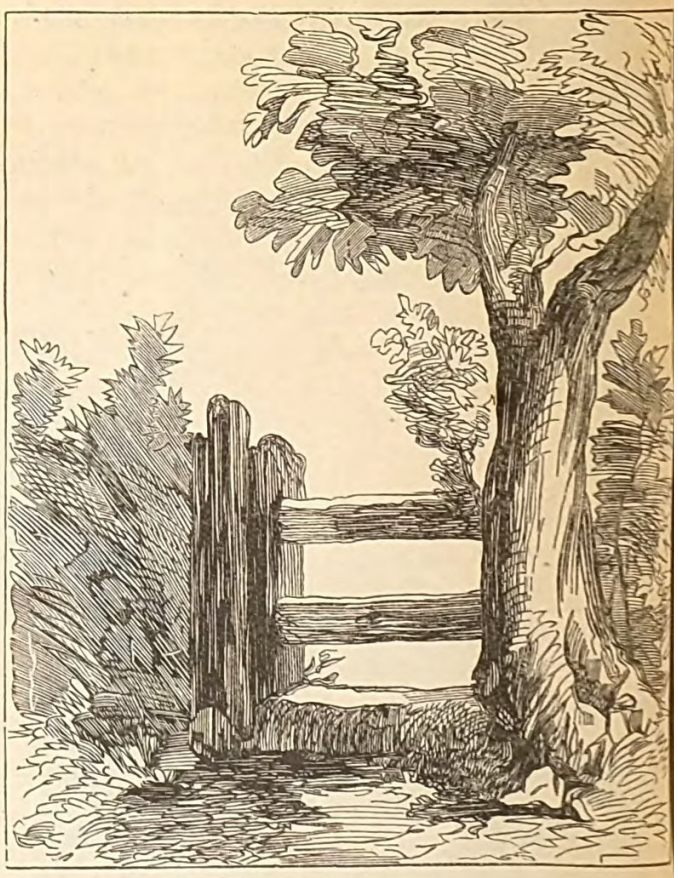


Fig. 521.

Hintergründe.

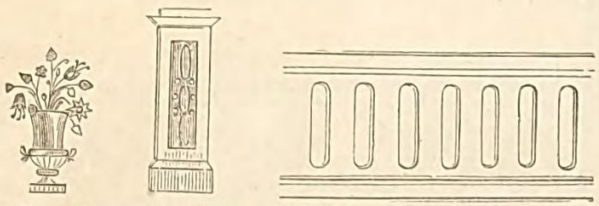


Fig. 522. Fig. 523. Fig. 524.

Decorations-Stücke.

Fig. 522 zeigt eine Vase, Fig. 523 ein Fussgestell, Fig. 524 eine Ballustrade. Das Strauchwerk Fig. 525 und der Pfeilerfuss mit Wandstück, Fig. 526, lässt sich aus dicken Carton ausschneiden.

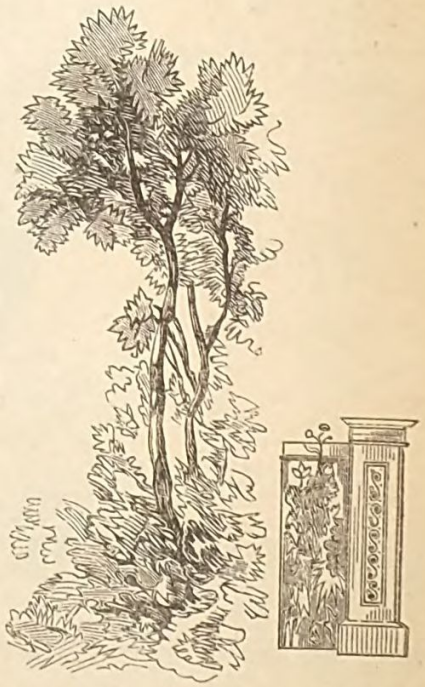


Fig. 525. Fig. 526.

Decorations-Stücke.

XXI. Kopfhalter.

Das Setzen der Person hängt gänzlich vom guten Geschmacke des Operateurs ab. Um den Gesetzen der Optik zu genügen, muss die Person so sitzen, dass Körper und Kopf zur Achse des Objectives senkrecht stehen (vergl. S. 308 und 446).

Um die Person in derselben Stellung festzuhalten, bedient man sich eines sehr bekannten Instrumentes, welches den Namen Kopfhalter führt (Fig. 527). Der Kopfhalter kann am Stuhle befestigt sein. Es besteht dieser aus einer Holzleiste *ii*, welche vermittelst eines Brettes *o* an dem

Stuhle befestigt wird, indem man die Schrauben *ff* anzieht. Am obern Theile befindet sich ein bewegliches Stück mit einem Halbkreise, in welchen der Kopf hineingelegt wird. Auch dieser Halbkreis ist beweglich, kann aber durch eine Klemmschraube *a* festgestellt werden.

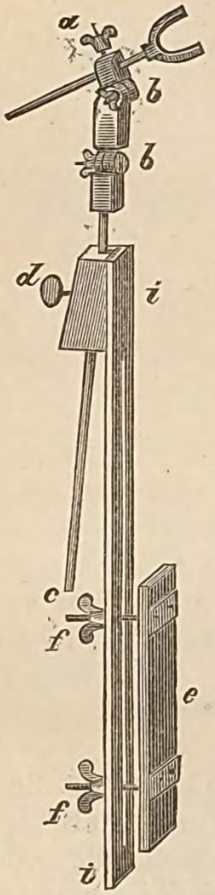
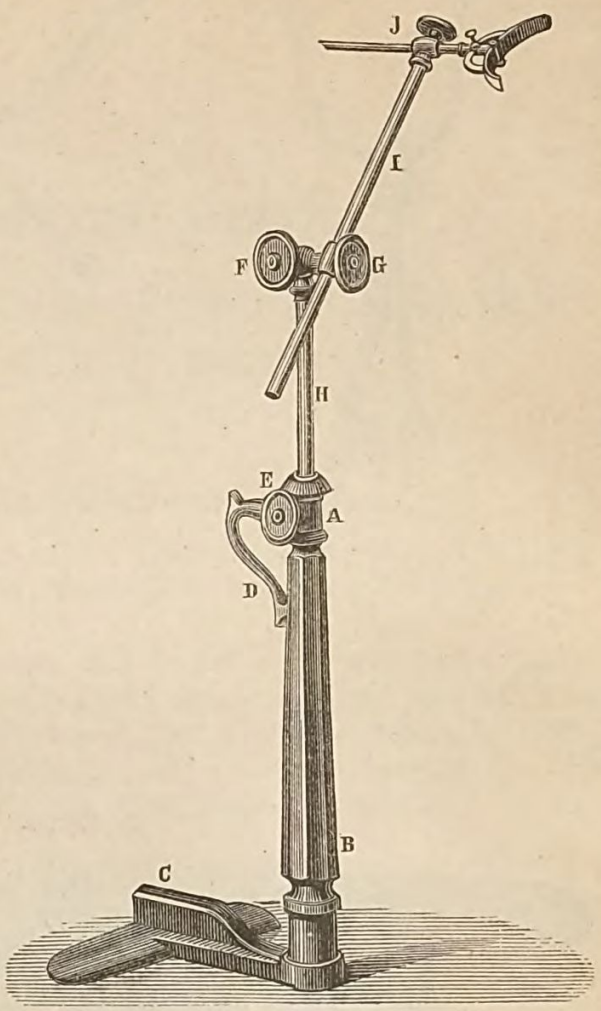


Fig. 527.



Kopfhalter.

Fig. 528.

Fig. 529.
Kopfhalter für Chignons.

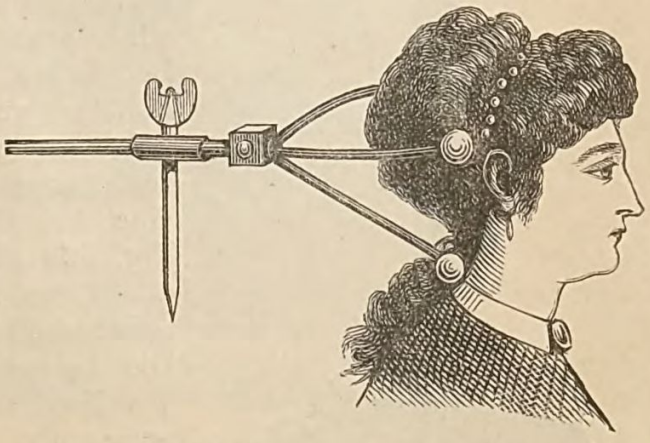


Fig. 530. Kopfhalter.

Es giebt auch Kopfhalter zum Aufrechtstehen, die ganz aus Eisen angefertigt sind. In Fig. 528 ist ein solcher abgebildet, der unter dem Namen amerikanischer Kopfhalter bekannt ist.

Der Kopfhalter darf nicht eher festgestellt werden, als bis die aufzunehmende Person eine natürliche Haltung angenommen hat.

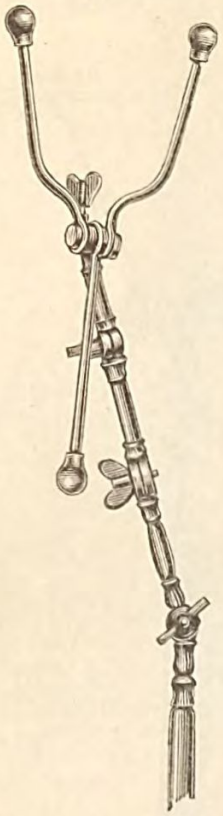


Fig. 531.

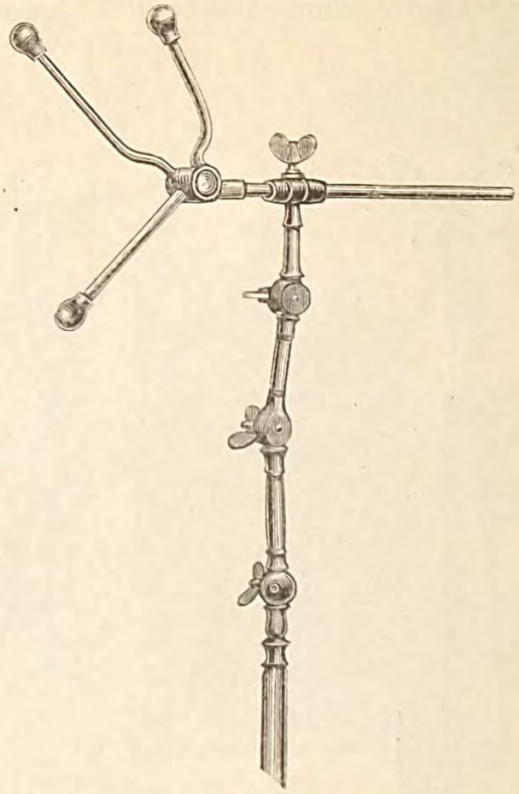


Fig. 532.

Kopfhalter.

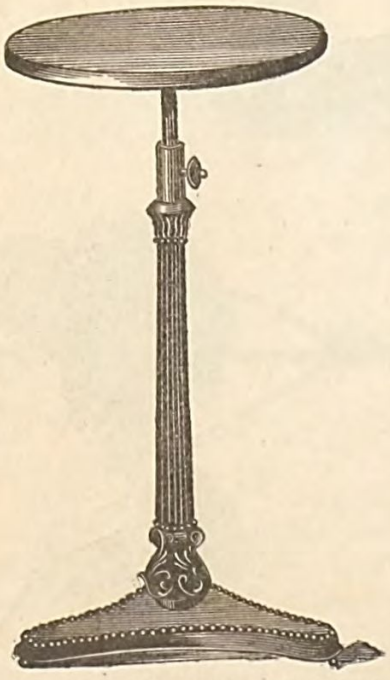


Fig. 533. Bewegliches Tischchen.

Die Basis C (Fig. 528) trägt die hohle Säule D, in welcher eine Metallstange H gleitet; dieselbe kann durch die Schraube bei E fixirt werden. Bei F ist eine Gliederung, welche die Bewegung des Theiles J um die Axe FG gestattet. Der obere Theil wird durch die Schraube J festgehalten. Bei hohen Damenfrisuren bietet der halbkreisförmige obere Theil des Kopfhalters keine genügende Stütze, ohne die Frisur zu zerdrücken. Man kann dann bei J (Fig. 528) eine Art Gabel mit Knöpfen, wie sie in Fig. 529 abgebildet ist, einschieben.

Einen Kopfhalter mit drei Spitzen und mehrfachen Gelenken zeigt Fig. 531 und 532. Die beiden oberen Gabeltheile werden an den Kopf oder die Frisur angedrückt, der untere und mittlere in den Nacken am Halse unter dem Hinterkopf, wie Fig. 530 anzeigt.

Es ist auch zu empfehlen das Tischchen, worauf sich Personen bei der Aufnahme stützen, je nach Bedarf höher und tiefer stellen zu können. Fig. 533 zeigt eine solche Vorrichtung.

SECHSZEHNTES CAPITEL.

DIE DUNKELKAMMER FÜR DAS ATELIER UND FÜR REISEN.

I. Die gewöhnliche Dunkelkammer.

Gewöhnlich wird ein Zimmer in der Nähe des Ateliers als Dunkelzimmer (Dunkelkammer) eingerichtet. In demselben werden die Operationen mit empfindlichen Platten ausgeführt.

Das Fenster der Dunkelkammer soll derart eingerichtet sein, dass man je nach Bedarf das gelbe oder rothe Licht durch eine oder mehrere Scheiben zutreten lassen kann, um die einfallende Lichtmenge je nach der Helligkeit des Tageslichtes, der Empfindlichkeit oder sonstigen Qualität der Platten vermehren oder vermindern oder ganz abschliessen zu können.

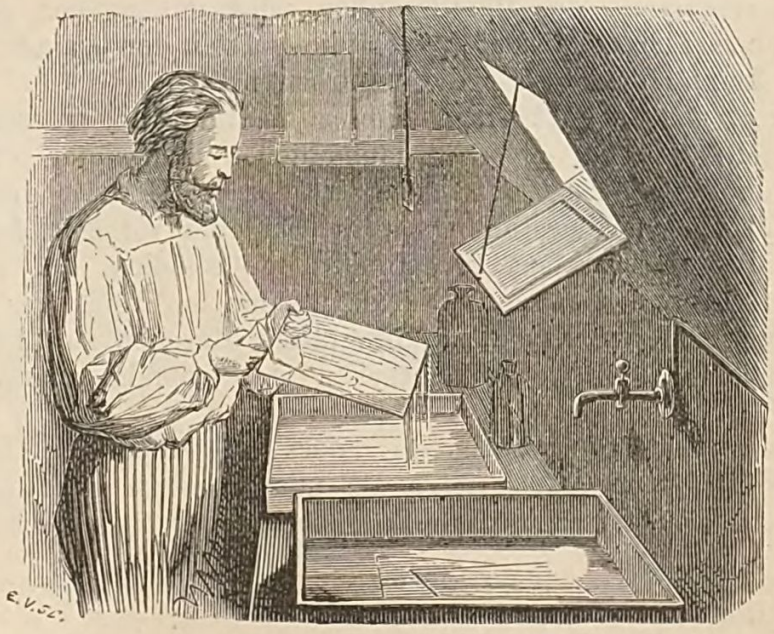


Fig. 534. Dunkelkammer.

Eine Lade aus Holz, welche sich mittelst eines Strickes heben und senken lässt, wie Fig. 534 anzeigt, entspricht vollständig diesem Zwecke.

Die Fenster der Dunkelkammer sollen sich nach Innen öffnen lassen, damit man die Bilder bei Tageslicht besehen kann.

Es ist gut den Fussboden mit Asphalt (eventuell Wachsleinwand) zu bedecken, damit er sich gut reinigen lässt.

Wenn Sonnenstrahlen unmittelbar auf eine gelbe oder rothe Fensterscheibe fallen, so vermag letztere nicht mehr ihre nachtheilige Wirkung genügend zu beseitigen. Man muss dann einen Schirm von Holz etc. aussen am Fenster anbringen, der seinen Schatten auf das Fenster wirft und ganz oder theilweise das Fenster verschliessen kann[1]).

Die Anwendung von Waschgefässen etc. in der Dunkelkammer zeigt Fig. 535, woselbst die Dunkelkammer zum Vergolden der Papierpositive dargestellt ist. In der Schale *A* wird das Papier in Wasser gewaschen, in *B* vergoldet. Die Vorhänge *S (S)* gestatten die Regulirung des durch die Fenster fallenden Lichtes. In *C* wird gewaschen, in *D* fixirt und schliesslich wieder in einem grossen Waschgefäss gewaschen. Die silberreichen Waschwässer werden bei *C* in Reservoirs geleitet; die armen aus *E* laufen in den Canal[2]).

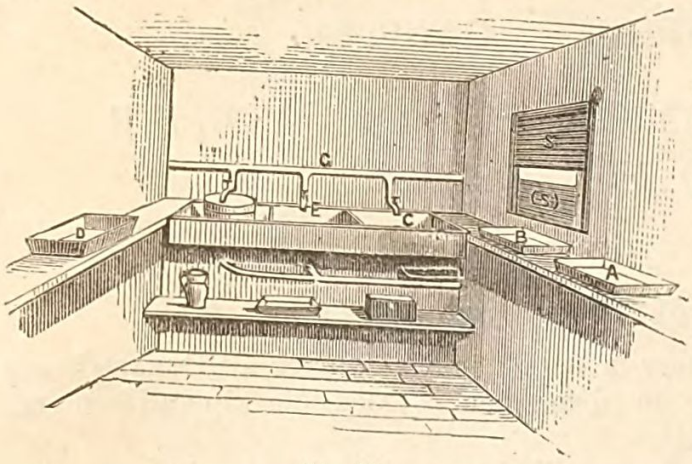


Fig. 535.

Weitere Angaben über die practische Herstellung der Dunkelkammer finden sich auf S. 514.

A. Beleuchtung der Dunkelkammer.

Die Dunkelkammer des Photographen wird mit gelbem oder rothem, selten mit grünem Licht, erleuchtet, weil die meisten der benutzten Präparate eine geringe Empfindlichkeit für diese Farben haben.

Substanzen, welche noch stark gelb empfindlich sind, müssen bei rothem Licht hergestellt werden und rothempfindliches Bromsilber darf nur gedämpftem dunkelrothen Licht ausgesetzt werden[3]). Deshalb erleuchtet man die photographischen Laboratorien mit gelbem oder rothem Licht und verfertigt man die Giessflaschen für Bromsilber-Collodion etc. aus gelbem, rothem (oder schwarzem) Glase. Die Benutzung durchsichtiger gelber oder undurchsichtiger schwarzer (sog. Hyalithgläser) Flaschen zur Aufbewahrung lichtempfindlicher Präparate in Apotheken etc. empfahl zuerst Torosiewicz (1836[4]).

Der Erste, welcher beobachtete, dass eine chemische Lichtwirkung unter blauem Papier rascher erfolge als unter gelbem oder rothem, war Duhamel de Monceau (1736, beim Farbstoff der Purpurschnecke), wie

1) Solche Schirme empfahl z. B. F. Vogel in Venedig schon 1856 (La Lumière. 1856. S. 146. Horn's Phot. Journ. Bd. 6, S. 80).

2) Heighway, Phot. News. 1875. S. 434.

3) Substanzen, welche nur roth- aber nicht blauempfindlich sind, müssen in blau erleuchteten Dunkelkammern verarbeitet werden, z. B. das Gemisch von Nitroprussidnatrium mit Sulfiden, dessen Rothempfindlichkeit H.W. Vogel entdeckte.

4) Die häufig benutzten blauen Gläser zur Aufbewahrung von lichtempfindlichen Substanzen, wie sie in Apotheken etc. noch immer zu finden sind, entsprechen nicht ihrem Zwecke, was schon Torosiewicz 1836 wusste (Buchner's Repertor. f. d. Pharmacie. 1836. Bd. 57, S. 335).

Verfasser in seiner „Geschichte der Photochemie“ (Phot. Corresp. 1881. S. 31) zeigte.

Wedgwood (1802) und Seebeck (1810) wussten gleichfalls, durch Scheele (1777) angeregt, dass das durch rothe, gelbe oder gelbgrüne Gläser gegangene Licht auf Chlorsilberpapier lange Zeit keine Wirkung äussert. Dass auch viele gelbe Lösungen eine ähnliche Wirkung haben, zeigte u. A. Draper[5]); er fand, dass sich Chlorsilberpapier nicht im Sonnenlicht schwärzt, welches durch folgende Flüssigkeiten fällt, auch wenn es durch eine Linse concentrirt wird: Lösung von einfach chromsaurem Kali, 5fach Schwefelammonium, 5fach Schwefelcalcium, Eisenchlorid, Goldchlorid, Platinchlorid; ähnlich wirken viele gelbe Pflanzendecocte; unter doppelt chromsaurem Kali wurde es erst in 5 Tagen schwach gefärbt.

Jedoch heben diese gelben Medien die Wirkung des Sonnenlichtes auf Chlorsilberpapier nicht völlig auf. Nach Gaudin's Versuchen wirkt z. B. das durch orangegelbes Glas gegangene Sonnenlicht 1000 bis 1200 mal weniger kräftig auf Chlorsilberpapier als zuvor das directe Sonnenlicht[6]). Auf Bromsilbergelatine-Platten wirkt das durch orangefarbiges Glas gegangene zerstreute Tageslicht noch so heftig, dass es in einigen Secunden mittelst eines Negatives ein Diapositiv gibt (mit Oxalat-Entwicklung); das dunkelste rothe Glas vermag solche Platten nicht eine Stunde lang vor der Einwirkung des hellen Tageslichtes zu schützen.

Man wird also von Fall zu Fall die Farbe und Intensität des in der Dunkelkammer zu benutzenden Lichtes wählen und sich dabei von dem Verhalten der Substanzen gegen das Sonnenspectrum leiten lassen, worüber in Heft I, S. 36 abgehandelt wurde.

Bei sehr unempfindlichen Präparaten (Pigmentpapier, Albuminpapier etc.) kann man mit gewöhnlichem Kerzenlicht arbeiten.

B. Gelbes und rothes Licht.

Hellgelbes (kanariengelbes) Glas bietet nur bei unempfindlichen Präparaten (speciell bei solchen, welche selbst gegen hellblau noch wenig empfindlich sind) genügenden Schutz, z. B. beim Positivprocess mit Silberalbuminat, Pigmentdruck, Lichtdruck etc. Es schwächt wohl die violetten und blauen Strahlen sehr bedeutend, aber beseitigt sie nicht gänzlich; für Negativ-Verfahren von mässiger Empfindlichkeit (z. B. das nasse Collodion-Verfahren) ist dies aber ungenügend.

Dunkelgelbes oder orangegelbes Glas gewährt grössere Sicherheit. Gutes orangegelbes Glas soll bei der Untersuchung mit dem Spectroscop kein Blau und wenig Grün durchlassen. Es entsprechen aber nicht alle dunkelgelben Gläser diesen Anforderungen, häufig geht noch viel Grün durch.

Die gelben oder orangefarbigen Glastafeln werden mit Kohlenstoff, Eisen, Antimon, Silber und Urangelb gefärbt. Das Uranglas ist hellgelb und fluorescirend; es ist zu Dunkelkammer-Fenstern ganz unbrauchbar, weil es nur einen Theil des Grün, Violett und Ultraviolett absorbirt und noch viele kräftig wirkende blaugrüne und ultraviolette Strahlen durchlässt (Hunt[7]). Das mit Kohlenstoff, sowie das mit Eisen gelb gefärbte Glas lässt (in einfacher Schicht) ein wenig blaues und violettes Licht durch (Hunt) und gibt somit weniger Schutz, als das mit Silber gefärbte gelbe Glas, dem

5) Philosoph. Magaz. Bd. 16, S. 81.
6) Horn's Phot. Journ. 1854. Bd. 2, S. 50.
7) Hunt, Researches on light. 1854. S. 314.

Hunt den Vorzug vor allen gelben Glassorten gibt[8]). Das letztere lässt nach Hunt mehr leuchtende Strahlen durch als die anderen und ist dennoch für „actinische Strahlen" undurchdringlicher. Leider scheint das mit Silber gefärbte gelbe Glas nicht lichtbeständig zu sein.

Ponting constatirte 1858 einen Fall, wobei ein mit Silberoxyd orange gefärbtes Glas binnen 5 Jahren seine Fähigkeit, die actinischen Strahlen zurückzuhalten, grossentheils eingebüsst hatte[9]).

Dies mag vielleicht einer der Gründe sein, warum das Silberglas gegenwärtig wenig mehr vorkommt, sondern andere gelbe Scheiben, welche einfach oder doppelt oder in Combination mit rothen oder grünen Gläsern benutzt werden[10]).

Die rothen Glasscheiben sollen dunkelroth und zwar rubinroth sein, mit einem Stich in's Gelbe, niemals mit blauen (violetten) Nuancen. Violett rothes Glas (Gold-Purpur-Glas) lässt noch Violett und Ultraviolett durch und ist nicht zu empfehlen; brauchbar ist nur das mit Kupferoxydul roth gefärbte Glas (Ueberfangsglas).

Anstatt der gelben oder rothen Glasfenster wurden auch noch andere gelbe Medien empfohlen, insbesondere Firnisse, welche man auf gewöhnliche weisse Glasfenster aufträgt.

Von den rothen Theerfarben sind Aurin (gelbes Corallin), sowie Chrysoïdin als Farbstoff für Dunkelkammer-Fenster die besten. Am meisten eingebürgert hat sich das Chrysoïdin[11]), obschon es das für Bromsilber chemisch wirksame Licht nicht so vollständig abschneidet als rubinrothes (mit Kupferoxydul gefärbtes) Glas (Eder und Tóth[12]), H. W. Vogel[13]) und allmählig ausbleicht. Aurinpapier kann als billiges, verlässliches Verpackungsmaterial für Trockenplatten benutzt werden[14]).

Ein sicheres rothes Licht für die Dunkelkammer, welches selbst für Gelatine-Emulsionsplatten vollkommen sicher ist, erhält man durch Ueberziehen einer Glasplatte einerseits mit Aurin, andererseits mit Roseïn. Die Mischung wird durch Erwärmen von 1 Theil Gelatine in 8 Theilen Wasser und Zusatz einer von $^1/_2$ Theil Aurin in 4 Theilen Alkohol und 4 Theilen Wasser hergestellt und damit die eine Seite überzogen; diese Schicht absorbirt alle violetten und blauen Strahlen. Die andere Seite wird mit einem ähnlichen Gemisch, welches aber Roseïn statt Aurin enthält, bedeckt; beide Schichten combinirt lassen nur rothes Licht durch[15]).

8) Hunt, Researches on light. 1854. S. 311. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 138. S. 237. Horn's Phot. Journ. 1855. Bd. 4, S. 67.

9) Bull. Soc. franç. 1858. S. 323.

10) Dem Verfasser kamen nur mit Kohle oder Eisen gefärbte gelbe Gläser für Dunkelzimmer vor.

11) Chrysoïdin wurde von Bardy 1877 vorgeschlagen. Er löste $2^1/_2$ g Chrysoïdin in 125 g warmem Wasser und setzte dann noch 20 g Gelatine, 3 g Glycerin und 40 g einer 20procentigen Alaunlösung hinzu; damit übergoss er die Glasplatte. Rothes „lichtdichtes" Papier stellte er durch Lösen von 3 g Chrysoïdin in 100 ccm Alkohol und 50 ccm Wasser und Tränken des Papieres in dieser Lösung her (Phot. Archiv. 1877. S. 183).

12) Phot. Corresp. 1879. S. 80.

13) Es lässt nach Vogel etwas violettes Licht zwischen H und H' durch (Phot. Mitth. Bd. 15. S. 19).

14) Man löst Aurin in Alkohol und tränkt Papier damit. Wenn man es mit Oel transparent macht, kann es wohl auch rothes Glas ersetzen; es bleicht an der Sonne allmählig aus.

15) Browns, Phot. News. 1881. S. 357.

Anilinroth, sowie Magenta schneidet wohl das Grün und Gelb vollständiger als Aurin und Chrysoïdin ab, aber beide lassen Blau durch. Combinirt man einen der beiden erstgenannten Farbstoffe mit einem der beiden letztgenannten, so erhält man sehr taugliche rothe Fenster. Bardy empfiehlt besonders die Combination von Anilinroth und Chrysoïdin.

Drachenblut, welches früher häufig zur Herstellung eines gelben Lackes für Dunkelzimmer benutzt wurde, lässt mehr Grün als Aurin durch; bei geringer Concentration sogar Blau. Es ist demnach beim Arbeiten mit Bromsilbergelatine unbrauchbar, wenn es auch für das nasse Collodion-Verfahren gute Dienste leistete.

Ferner wurden vorgeschlagen: Safrandecoct (von Breese[16]) sowie Curcuma in Collodion, welche wenig schützen und bald ausbleichen[17]). Ebenso wenig Garantie bieten pikraminsaures Ammoniak oder Chromgelb mit Firniss angerührt[18]). Dagegen kann man ein brauchbares gelbes Zeug durch aufeinanderfolgendes Tränken desselben in Bleizucker (1 : 20) und Kaliumbichromat-Lösung (1 : 20) herstellen. Fernambukholzextract mit Gummigutti fand zur Zeit des nassen Collodion-Verfahrens in Haugk[19]) einen Fürsprecher, während Larriston Gummigutti allein anwendete[20]); letzterer schützt aber nicht so gut als gelbes Glas (Eder). Einen bessern Schutz als Larriston's Lack gewährt derjenige von Antoine[21]).

Sehr häufig versuchte man die schon lange bekannte Eigenschaft des Kaliumbichromates, sehr vollständig die actinischen Strahlen bis zum Grün abzuschneiden, zu verwerthen. Eine Lösung von Kaliumbichromat in Wasser (1 : 12) in einer Glaswanne, deren Wände 1 ccm von einander abstehen, gewährt (für nasse Collodionplatten) einen besseren Schutz als Chrysoïdinlack[22]). Gaudin[23]), sowie Hunt[24]) überzog die Glasplatten mit einer Mischung von Kaliumbichromat und Gummi oder Gelatine und Sidney Gibbons[25]) tränkte Mousselin mit einer warmen Lösung desselben Salzes in Leim oder Kleister, um einen „lichtdichten" Stoff statt der gelben Gläser zu erhalten. Solche Schichten sind anfangs hellgelb, werden aber unter dem Einfluss des Lichtes allmählig braun; sie behalten trotzdem ihre Wir-

16) Breese (Phot. News. 1861. Horn's Phot. Journ. Bd. 7. S. 24) legte eine collodionirte Glasplatte in Safrandecoct (1 : 180).

17) Vagner, Phot. Archiv. 1878. S. 139.

18) Bardy, Bull. Soc. franç. 1879. S. 98.

19) Haugk digerirte 30 g Fernambukholz, 180 ccm Alkohol und 60 ccm Aether durch einige Tage und dann mit $2^1/_2$ g Gummigutti durch einige Stunden; er filtrirte dann, setzte 10 g Pyroxylin zu und übergoss mit diesen gelben Collodion-Glasplatten (Phot. Mitth. 1870. Bd. 7, S. 128.

20) 1 Theil Gummi-Elemi, 8 Theile Schellack, 12 Theile Gummigutti und 48 Theile Naphta (Phot. News. Bd. 5, S. 141. Kreutzer's Zeischr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 20). Ein Zusatz von Xanthorhoea-Harz scheint den Firniss zu bessern.

21) Antoine löste 36 Theile trockenen Orleans, 36 Theile Gummigutti, 1 Theil Elemiharz, 1 Theil Dammarharz in 190 Theilen Benzin durch zweitägiges Stehen, filtrirte durch Leinwand und übergoss damit eine Glastafel auf beiden Seiten (Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 138).

22) H. W. Vogel, Phot. Mitth. 1877. Bd. 14, S. 243. Im Jahre 1882 wurde von der „Rivista Fotografica" vorgeschlagen, ein Licht in ein Becherglas zu stellen, welches in einem weiten Glase steht; der Zwischenraum zwischen beiden wurde mit einer Lösung von Kaliumbichromat (6 : 100) oder Rothwein gefüllt und über das Licht ein Blechtrichter gestürzt (Phot. Archiv. 1882. S. 192).

23) Horn's Phot. Journ. 1854. Bd. 2, S. 40.

24) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 136, S. 206.

25) Horn's Phot. Journ. 1865. Bd. 23, S. 50.

kung lange Zeit, lassen aber immer weniger Licht durch. — Bedeckt man ein Glas mit Gelatine und taucht es nach dem Trocknen in eine concentrirte Lösung von übermangansaurem Kali, so färbt es sich inactinisch gelbbraun[26]).

Carey Lea[27]) fügte zu gewöhnlichem Negativlack (Schellacklösung) Jodtinctur und überzog mit diesem gelben Lack die Glasscheiben.

Gelber Wachstaffet ist recht gut und kann statt gelbem Glas verwendet werden; er bleicht aber mit der Zeit aus.

Dunkelrothe transparente Leinwand, wie sie auch zu Buchbinderarbeiten benutzt wird, ist sehr zu empfehlen. Sie kann über einen gewöhnlichen Rahmen gebunden werden und ersetzt rothes Glas (besonders in doppelter Schicht) so gut, dass man mit Bromsilbergelatine arbeiten kann.

Geöltes Papier kann farbiges Glas ganz gut ersetzen und zwar z. B. rothes oder braunes Papier. Schumann[28]) bedeckte die Scheiben seiner Dunkelkammer-Laterne mit dreifachem geöltem braunen Seidenpapier und konnte bei diesem Licht mit Bromsilbergelatine-Platten ganz sicher arbeiten.

Interessant ist es, dass ein berusstes Glas einen rothen Cylinder ersetzen kann. Hunt fand, dass schwach berusstes Glas so wenig „chemische Strahlen“ durchlässt, als grünes Bouteillenglas. H. W. Vogel empfahl mehr als 30 Jahre später den Cylinder einer Petroleumlampe über und über schwarz anzurussen; die Flamme erschien nun ganz dunkelroth und war chemisch so gut wie wirkungslos, so dass man sich auf diese Weise in Ermangelung rother Cylinder helfen kann[29]).

C. Monochromatisches gelbes Natrium- und rothes Lithium-Licht.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass man sehr helles gelbes Licht von geringem Actinismus erhält, wenn man eine farblose Flamme mit Kochsalz gelb färbt (sog. „Natronflamme“). Das Licht enthält nur gelbe Strahlen und ist deshalb „monochromatisch“.

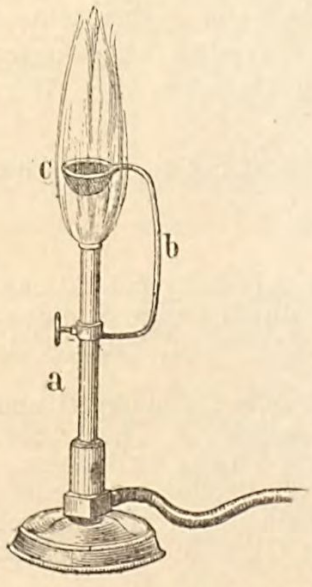


Fig. 536. Natriumlicht.

Man kann z. B. den Docht einer Weingeistlampe mit Kochsalz bestreuen. Besser ist es, in die farblose Gasflamme eines Bunsen'schen Gasbrenners einen mit Kochsalzlösung imprägnirten Asbestfaden zu bringen oder folgende Einrichtung zu treffen:

Man nehme einen gewöhnlichen Bunsen'schen Brenner (Fig. 536), an welchem mit einem Platindraht *b* ein Schiffchen *c* aus Platinnetz so befestigt ist, dass es ungefähr $^1/_3$ der Flammenhöhe von der Mündung des Brenners absteht. In dieses Schiffchen bringe man ein erbsengrosses Stückchen Kochsalz (oder trockene Soda, welche länger anhält. Verf.), um damit der farblosen Flamme eine gleichmässig gelbe Färbung zu verleihen, welche sich so lange erhalten wird, als noch Spuren von Kochsalz in der Flamme verdunsten. Verliert die letztere ihre Leuchtkraft, so muss weiteres Kochsalz in das Schiffchen

26) Brit. Journ. of Phot. 1876. Nr. 862.
27) Bühler, Atelier und Apparat des Photographen. 1869. S. 297.
28) Phot. Archiv. 1880. S. 111.
29) Phot. Mitth. 1880. Bd. 16, S. 267.

gebracht werden. Die Flamme leuchtet intensiv gelb ohne eine störende chemische Wirkung auf präparirte nasse Collodionplatten zu veranlassen (Stein[30]).

Auf Bromsilbergelatine-Platten wirkt das gelbe Natriumlicht noch sehr merklich ein, bringt ja doch die nicht leuchtende Gasflamme eine deutliche Wirkung hervor (vergl. Heft II, S. 138). Dagegen kann man Chlorsilberpapier demselben sehr lange Zeit aussetzen, ohne dass eine Färbung eintreten würde. Deshalb und weil das Licht optisch sehr hell ist, benutzte Bunsen und Roscoë dieses Licht beim Ablesen ihrer Papier-Photometer-Nummern (Heft III, S. 178).

Nimmt man statt Chlornatrium Chlorlithium, so erhält man eine rothe „Lithionflamme". (Thalliumsalze geben monochromatisches grünes Licht.)

D. Grünes Licht.

Die grünen Gläser haben die Eigenthümlichkeit, keine oder sehr wenig wärmende Strahlen durchzulassen, wogegen durch die rothen und gelben Gläser die Wärmestrahlen leicht durchgelassen werden. Durch die Verwendung grüner Gläser im Dunkelzimmer etc. kann man also die Wärme abhalten, was für manche photographische Operationen von Werth sein kann, worauf zuerst Zantedeschi[31]) aufmerksam machte.

Da durch grüne Gläser ausserdem ein grosser Theil der blauen und der überwiegende Theil der violetten und besonders der ultravioletten Strahlen beseitigt wird, so kann man die Dunkelkammer zu gewissen Zwecken mit grünem (gelblich grünem) Glas erleuchten. Man kann mit Chlorsilberpapier bei grünem Licht gut arbeiten, ja sogar nasse Collodionplatten präpariren und entwickeln, wie Liesegang[32]), Petschler[33]) und später Carey Lea[34]) angaben.

Verfasser und Tóth haben durch wiederholte Versuche gefunden, dass eine Combination von gelben und grünen Gläsern für Dunkelkammerfenster sehr empfehlenswerth ist, sobald es sich um weniger empfindliche Processe handelt und dass das Licht für die Augen sehr angenehm im Vergleich zum gelben und rothen Licht ist. Für den Bromsilbergelatine-Process ist jedoch das rothe Glas der Sicherheit halber vorzuziehen, jedoch hat Bradshaw seine Dunkelkammer, worin er Bromsilbergelatine-Platten entwickelte, mit gutem Erfolge mit übereinandergelegtem orangefarbigen und grünen Glas erleuchtet (Phot. News. 1882. S. 764 und 780).

Eine rothe und grüne Scheibe in der Dunkelkammer ergibt nach Monckhoven[35]) eine derartige Gesammtwirkung der beiden Farben, dass das Licht in einer gewissen Entfernung vom Fenster ein weisses Licht gibt, welches inactinisch ist.

30) Das Licht. 1877. S. 98.

31) Zantedeschi, Ueber den Durchgang der erwärmenden Sonnenstrahlen durch gefärbte Gläser. Horn's Phot. Journ. 1858. Bd. 9, S. 39.

32) Phot. Archiv 1861. S. 192.

33) Horn's Phot. Journal. 1862. Bd. 17, S. 48.

34) Phot. Corresp. 1870. Bd. 7, S. 129; aus Philadelphia Phot.

35) Phot. Mitth. 1876. Bd. 13, S. 87.

36) Nach Obernetter versetzt man eine Lösung von 1 g Chininsulfat, 200 ccm Wasser und einige Tropfen Schwefelsäure mit etwas Gummi, streicht die Mischung auf weisse Papierbogen und lässt trocknen. (Bühler, Atelier und Apparat des Photographen. 1868. S. 296; aus Phot. Mitth. 1865. Bd. 2, S. 54.)

E. Papier mit Chininsulfat.

Auch Papier mit Chininsulfat getränkt wurde an Stelle gelber Scheiben empfohlen[36]). Das durchgehende Licht ist ganz weiss und hat an Actinismus verloren.

Chininpapier hält das actinische Licht nur zum Theil ab, nämlich den ultravioletten Theil, lässt aber das auch noch stark wirksame ganze sichtbare Spectrum durch (Hunt, Becquerel). In der That fand Davanne, dass selbst zehnfach übereinander gelegtes Chininpapier ungenügenden Schutz gewähre[37]), was Abney bestätigte (vergl. auch Heft I, S. 64).

F. Laternen für Dunkelkammern.

Gänzlich verfinsterte Dunkelzimmer für Bromsilbergelatine-Erzeugung erhellt man während des jeweiligen Arbeitens mit Laternen, welche rothe Scheiben tragen. Fig. 537 zeigt die einfachste Form einer Laterne, welche bei *AA* mit rothen Scheiben verglast ist.

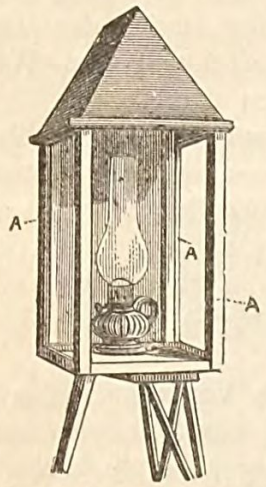


Fig. 537. Dunkelkammer-Laterne.

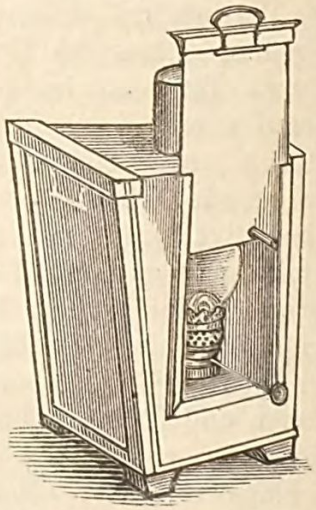


Fig. 538. Dunkelkammer-Laterne.

Fig. 538 zeigt eine andere Laterne (nach Vogel[38]). Innen brennt eine Petroleumlampe mit Cylinder (oder eine Lampe mit fettem Oel ohne Cylinder); die eine Wand ist durch eine rothe Glasscheibe verschlossen. Der Schornstein ist gekrümmt, so dass kein weisses Licht austreten kann.

Auch kleine electrische Glühlichter in rothen Glaskugeln wurden empfohlen (Phot. Wochenbl. 1882. S. 103. Phot. News. 1882. S. 114).

Andere Lampen-Constructionen werden gelegentlich des Bromsilbergelatine-Verfahrens besprochen werden.

G. Die Prüfung der gelben oder rothen Glasscheiben

geschieht in folgender Weise.

Das relativ beste gelbe Glas findet man unter einer Reihe ähnlicher heraus, wenn man sie über Chlorsilberpapier legt und der Sonne aussetzt; man wählt jenes Glas, unter welchem sich das Chlorsilber am wenigsten dunkel färbte.

37) Phot. Corresp. 1866. Bd. 3, S. 101; aus Bullet. soc. franç. phot.
38) Vogel, Fortschritte der Photographie 1883. S. 118.

Bei keinem Process muss man mit der Wahl der Gläser so vorsichtig zu Werke gehen, als beim Bromsilbergelatine-Process, da er selbst für dunkelrothes Licht bei längerer Exposition empfindlich ist. Eine einmal trockene Platte braucht während des Einlegens in die Cassette, sowie später beim Entfernen aus derselben allerdings nur durch einige Secunden dem rothen Licht ausgesetzt zu werden; dadurch wird die Verschleierung vermieden.

Jedenfalls soll man das farbige rothe oder gelbe Glas der Dunkelkammern prüfen, in welchen Platten zum Negativprocess erzeugt werden.

Oft begnügt man sich mit einer optisch-spectroscopischen Prüfung. Man hält das Glas gegen den Himmel (oder wenn es als Lampenschirm dienen soll, gegen die Flamme) und dicht daran ein Spectroscop. Ein gutes rothes Glas soll keine Spur von Grüngelb durchlassen. Da man jedoch das Durchdringen von Ultraviolett mit dem Auge nicht unmittelbar wahrnehmen kann[39]) (— wie dies z. B. bei Gold-Purpurgläsern vorkommt —), so ist die Probe nicht so sicher, als die directe photographische Probe. Man stellt zu diesem Ende hinter das rothe Glas der Dunkelkammer oder Laterne eine zur Hälfte bedeckte Bromsilbergelatine-Platte (resp. andere Platten, mit denen man arbeiten will), exponirt einige Zeit (je nach den Anforderungen, die man stellt, 1 bis 5 Minuten) und entwickelt dann; die vom Licht getroffene Stelle soll keine Reduction erleiden.

Oder man kann das Loch einer Camera (nach dem Abschrauben des Objectivs) durch die fest anliegende gelbe Scheibe, welche probirt werden soll, schliessen und exponirt nun in der Camera eine lichtempfindliche Platte durch 3 Minuten[40]).

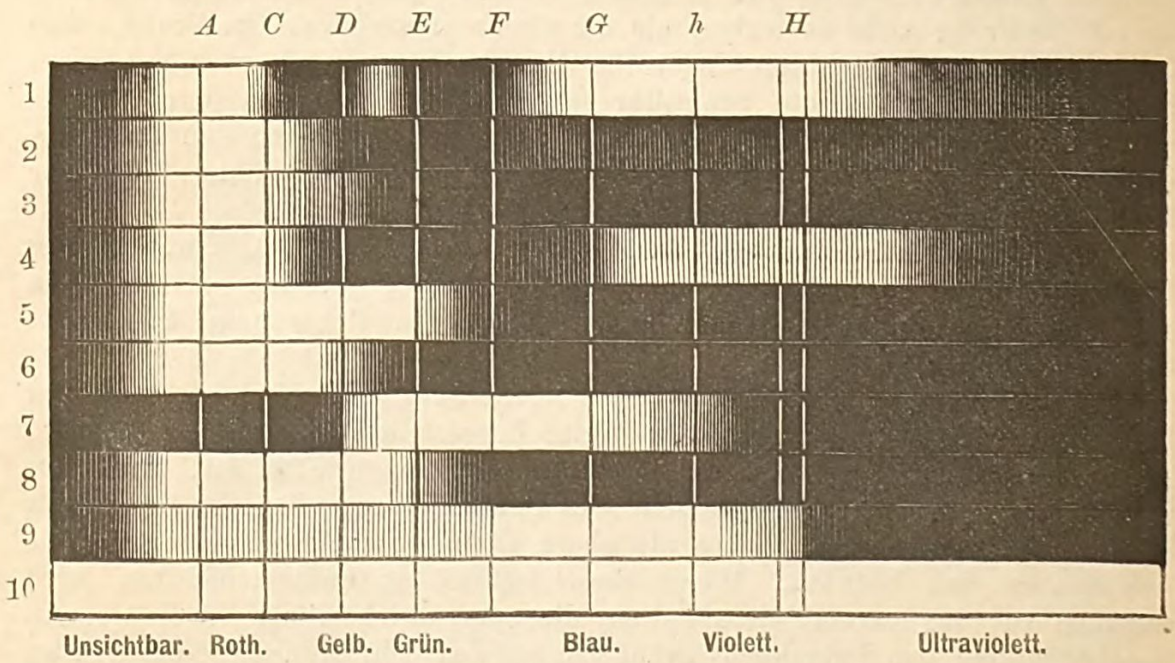
Abney[41]) gab bildliche Darstellungen über die Wirkung gefärbter Glasscheiben, welche in folgender Weise hergestellt wurden: Ein gewöhnliches Spectroscop, welches zum Photographiren eingerichtet ist, wird verwendet und hart an der Vorderseite des Spaltes wurde ein Kartenausschnitt in der Weise angebracht, dass die obere Oeffnung zuerst am oberen Ende des Spaltes sich befindet. Wenn eine Glastafel zu untersuchen ist, wird dieselbe vor das Kartenblatt gehalten, die empfindliche Platte in die Camera geschoben und das Sonnenlicht thunlichst auf den sichtbaren Theil des Spaltes reflectirt. Das weisse Licht wird in dieser Weise durch das vorgehaltene Glas filtrirt und die absorbirten Farben hatten nicht Zutritt zur empfindlichen Schicht. Die Platte ist mit Bromsilber-Emulsion bedeckt. Das Sonnenlicht wird hierauf vom Instrument abgelenkt, die tiefere Oeffnung des Kartenblattes vor den Spalt gebracht und eine andere Glasplatte oder ein anderes absorbirendes Mittel vorgehalten. Die Exposition findet hierauf statt und man erhält demnach die Absorptionsspectren von zwei Glassorten, eines über dem anderen abgebildet. Die feststehenden Linien des Sonnenspectrums zeigen genau, an welchen Stellen die Absorption stattfand.

39) Die Anwesenheit von ultraviolettem Licht kann man in folgender Weise sichtbar machen: Man überzieht ein Proberöhrchen aus Glas mit schwarzem Papier und schabt etwa 3 cm vom Boden der Gläschen eine kreisrunde Oeffnung durch, so dass die Glaswand blosgelegt wird. Das Röhrchen füllt man mit einer Lösung von Chininsulfat in verdünnte Schwefelsäure. Wendet man die Oeffnung gegen das Licht und sieht von oben in die Flüssigkeit, so sieht man hinter dem Loche einen Lichtkegel von schönem Himmelblau. Bei Abwesenheit von Ultraviolett verschwindet der Lichtkegel (Bühler).

40) Vogel, Phot. Mitth. 1868. Bd. 5, S. 221.

41) Phot. Corresp. 1879. S. 83. Phot. News. Bd. 23. S. 146.

Ein Blick auf die Tafel (Fig. 539) wird zeigen, dass für das Silberbromid, welches bis über *A* empfindlich ist, nicht ein einzelnes Glas zu finden ist, welches für die Entwicklung eine absolute Sicherheit geben würde. Ist das Licht intensiv, so lässt das Rubinglas (Nr. 2) ausser dem Roth etwas Gelb, Grün und Blau durch, während das rothüberfangene Glas (Nr. 6) das Orange durchlässt, für welches das genannte Silbersalz empfindlich ist. Wie können wir uns vor der reducirenden Wirkung des Lichtes schützen? Indem wir das rothüberfangene Glas mit dem Rubinglas vereint anwenden. Diese Combination gibt reichliches Licht, aber noch sicherer ist die Combination von Cobaltglas (Nr. 1) mit rothüberfangenem Glas. Auf der Tafel ist ersichtlich, dass das Cobaltglas das Grün und Gelb gänzlich abschneidet, jedoch einen tiefen Streifen Roth, einen schwachen Streifen Gelbgrün durchlässt. Das rothüberfangene Glas schneidet das Blau und Gelbgrün ab, wie Fig. 2 zeigt. Daher liegt alles Licht, welches durch



1. Cobaltglas; 2. Rubinglas; 3. Chrysoïdin; 4. Magenta; 5. Gewöhnliches Orangeglas; 6. Rothes Ueberfangglas; 7. Bouteillengrünes Glas; 8. Aurin; 9 Chinin; 10. reines Sonnenlicht.

Fig. 539.

die beiden Gläser durchgehen kann, in dem schmalen Streifen von rothem Licht. Wenn gefärbte Gläser benützt werden, so bilden doch rothüberfangenes und Rubinglas die beste Combination, weil sie die meiste Helligkeit und zugleich grösste Sicherheit gibt. Die anderen Abbildungen zeigen, dass auch andere Mittel angewendet werden können, um ein unactinisches Licht zu erhalten. Die Tafel zeigt die Wirkung des Lichtes, welches durch gefärbte Schichten durchgeht, für Magenta (Nr. 4), für Aurin[42]) (Nr. 8) und für Chrysoïdin (Fig. 3). Es muss bemerkt werden, dass Magenta, mit einer der beiden anderen Farben combinirt, ebenso wirksam ist, als Cobaltglas mit rothüberfangenem Glas combinirt. Für den Photographen, welcher

42) Es ist hier sog. gelbes Corallin oder Rosolsäure gemeint, welches wohl in Alcohol, aber nicht in Wasser löslich ist. Das sog. rothe Corallin oder Päonin, welches in Wasser löslich ist, lässt viel violettes Licht durch, ist also für sich allein nicht wirksam (Verf.).

Farbstoffe zu seiner Verfügung hat, ist dies ein Vortheil, da er die eine Seite einer Glastafel mit dem ersten der genannten Farbstoffe, die andere Seite mit dem zweiten oder dritten überziehen kann und sich hierdurch ein Licht verschafft, das für seine Zwecke unactinisch ist (s. S. 509). Es ist dies die Mischung, welche Abney zum Ueberziehen von Schirmen für Lampen und Gasflammen empfiehlt.

Gewöhnliches orangefarbiges Glas (Nr. 5) bietet nicht hinreichende Sicherheit, da es einen Theil der grünen Strahlen durchlässt; das rothüberfangene Glas ist für den Gebrauch das beste. Da letzteres orangeroth ist, so gibt es ein schöneres Licht zum Arbeiten, als das durch Rubinglas durchgehende. Es muss bemerkt werden, dass das grüne Glas (Nr. 7) nicht so gut ist und dass es keinen Vortheil bietet, wenn es mit den untersuchten Glasarten combinirt wird. Man kann sehen, dass das Roth des Spectrums, welches durch dieses Glas geht, in der Nähe von *C* liegt, wo das Silberbromid empfindlich ist. Das rothüberfangene und das grüne Glas werden manmal einen gelborangefarbenen Ton geben, welcher für die Augen angenehmer ist, als der dunkel orangefarbene, welcher durch das früher genannte Glas hervorgebracht wird, wenn es allein verwendet ist. Das Licht ist dessenungeachtet durch die Combination wesentlich vermindert.

Die Lösung des Chininsulfates schneidet die ultravioletten Strahlen ab, jedoch nicht die anderen. Nr. 9 bietet demnach einen sehr schlechten Schutz gegen actinische Strahlen.

H. Practische Herstellung einer Dunkelkammer für empfindliche Platten.

Die Dunkelkammern zum Arbeiten mit Bromsilbergelatine werden meistens mit dunkelrothen Scheiben verglast. Orangegelbes Licht schützt zu wenig. Allerdings kann die Dunkelkammer, worin man Bromsilbergelatine-Platten in die Cassetten einlegt, entwickelt und fixirt, orangegelbes Glas haben, wenn man die Vorsicht gebraucht, das directe Fensterlicht niemals auf die Platte fallen zu lassen. Man kann z. B. Vorhänge von rothem Stoff oder ein Schiebefenster von rothem Glas vor die gelben Scheiben anbringen; die meisten Operationen nimmt man bei diesem gedämpften Licht vor. Während des Entwickelns schiebt man die Vorhänge für den Moment bei Seite, während welcher man das Aussehen der Platte beobachten will.

Da orangegelbes Licht die Augen weniger angreift, so ist es ganz practisch, das Entwicklungszimmer für Bromsilbergelatine in dieser Weise zu arrangiren.

Bei hochempfindlichen Platten ist dunkelrothes Licht vorzuziehen. Es ist gut zwei dunkelrothe Scheiben übereinander zu legen und entweder ein rothes Papier oder eine mattgeschliffene Glasplatte dazwischen zu legen, damit sich das Licht zerstreut; es ist dann dem Auge wohlthuender. Da solche Scheiben wenig Licht durchlassen (vergl. Heft I, S. 66), so empfiehlt Monckhoven das Fenster wenigstens $^1/_2$ m im Quadrat gross zu machen. Das Fenster soll in Tischhöhe sein, damit man gut sieht.

In Dunkelkammern, in welchen sehr empfindliche Bromsilbergelatine-Platten entwickelt und fixirt werden, kann man mit gefärbten Papieren oder Stoffen die Fenster (anstatt mit rothem Glas) verschliessen.

Man kann dünnes gelbes Seidenpapier genau über das Glas spannen (nicht auf das Glas kleben) und darüber einen Ueberzug von türkisch

rothem Zeug. Man kann den letzteren Stoff auch als eine Art Rouleaux verwenden.

Ganz gut kann auch orangefarbiges mit Magenta gefärbtes und mit Oel getränktes Papier in doppelter Lage benutzt werden[43]).

Die Dunkelkammer, worin man Bromsilbergelatine-Platten präparirt (d. i. übergiesst und trocknet), soll ganz finster sein und eine gute Ventilation besitzen. Ein verfinstertes Vorzimmer sowie Doppelthüren sind ein fast unumgängliches Erforderniss. Man schliesse sich 10 Minuten lang im Dunkelzimmer ein, um sich an die Dunkelheit zu gewöhnen und verklebe oder verstopfe alles, was Licht durchlässt. Andere Anhaltspunkte, sowie die Abbildung von Dunkelkammern finden sich auf S. 505.

I. Ventilation der Dunkelkammer.

Zur Ventilation der Dunkelkammer kann folgender (von Nelson Cherrill[44]) angegebener) Ventilator dienen. Ein Holzkasten (Fig. 540) von etwa 50 cm Höhe und Breite hat auf der einen Seite unten (*AB*), auf der anderen oben eine Oeffnung (*OP*). Im Innern des Kastens sind zwei Scheidewände (*DD*) angebracht, deren eine von oben nach unten und die andere von unten nach oben geht. Die Luft hat einen etwa 15 cm weiten Raum zum Ein- und Austreten. *F* ist eine Klappe, durch die der Luftzutritt nach Bedürfniss geregelt werden kann. Wenn der Apparat dem Wetter ausgesetzt ist, lasse man von aussen ein Schutzblech (*SS*) anbringen. Der Kasten ist innen matt schwarz. Die Luft geht in der Richtung der Pfeile. Licht ist vollkommen ausgeschlossen.

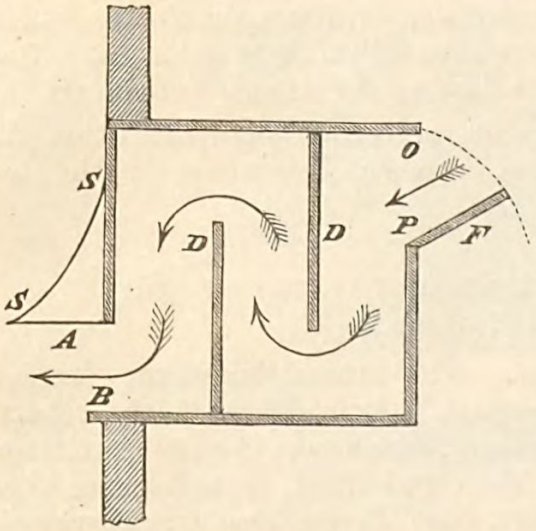


Fig. 540. Nelson Cherrill's Ventilator.

K. Waschvorrichtungen im Atelier.

In der Dunkelkammer sollen alle nöthigen Waschvorrichtungen vorhanden sein, weil sowohl nach dem Entwickeln als dem Fixiren die Platten mit reinem Wasser gewaschen werden müssen.

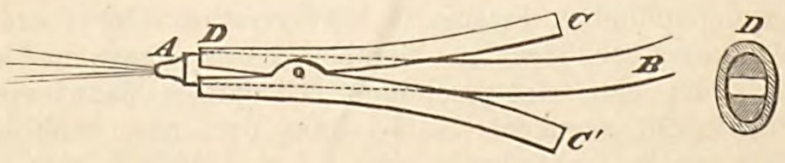


Fig. 541. Waschvorrichtung.

Die Waschvorrichtung besteht aus einem Kautschukschlauch, *B* Fig. 541, welcher durch die Klemme *C C' D* geht. Dieselbe presst bei *D* den Schlauch zusammen. Ein Druck der Hand bei *C C'* öffnet den Schlauch.

43) Fry, Deutsche Photographen-Zeitung. 1882. S. 19.
44) Phot. Arch. 1867. Bd. 8, S. 331.

Noch besser fungirt die in Fig. 542 abgebildete Brause mit Metall-Ventil, dessen Construction die Figur deutlich macht.

Bei manchen Processen fliessen silberhaltige Waschwässer ab (z. B. beim nassen Collodion-Verfahren nach dem Entwickeln etc.). Man sammelt sie in einem grossen Behälter, während die silberfreien Waschwässer direct in den Canal abfliessen.

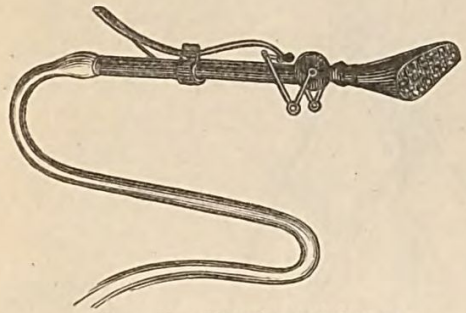


Fig. 542. Waschvorrichtung.

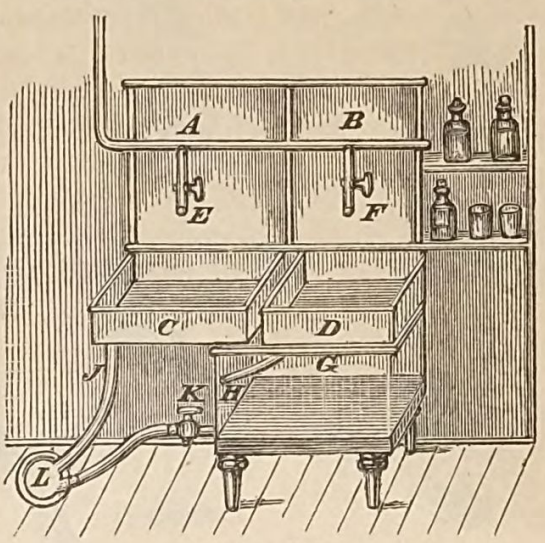


Fig. 543. Spültrog.

Es ist gut das Waschen über Trögen vorzunehmen, wie selbe Fig. 543 darstellt. Aus dem einen Trog (*C*) fliesst das Spülwasser (durch *J*) direct in den Canal (*L*). Aus dem zweiten Trog (*D*) dagegen in einen Behälter (*G*), worin das Silber durch Kochsalz, Kupfer etc. präcipitirt wird, während das überstehende Wasser von Zeit zu Zeit durch *K* abgelassen wird. Das Rohr *H* führt die Spülwässer ganz an die Wand, so dass der Bodensatz nicht aufgerührt wird[45]). Eine ähnliche Anordnung ist S. 506 abgebildet.

II. Dunkelzelte, Dunkelwagen und Entwicklungsbehälter.

Auf Reisen in gebirgigen und abseits gelegenen Gegenden ereignet es sich oft, dass man schwer ein Zimmer oder einen Ort findet, welcher gegen das Licht so sicher verwahrt werden kann, dass es möglich wird, darin eine Anzahl belichteter trockener Platten aus ihren Cassetten zu nehmen und durch unbelichtete zu ersetzen oder gar nasse Platten zu präpariren.

In diesem Falle kann man ein transportables Dunkelzelt, eventuell einen Wagen, mit sich führen, falls man nicht vorzieht sich mit genügend vielen Trockenplatten und Cassetten (resp. Wechselkästen) zu versehen und die Bilder zu Hause zu entwickeln.

Solche Zelte wurden namentlich in früheren Jahren oft benutzt.

Sie waren entweder so geräumig, dass sie den ganzen Körper des Photographen aufnahmen oder es reichte blos der Oberkörper hinein.

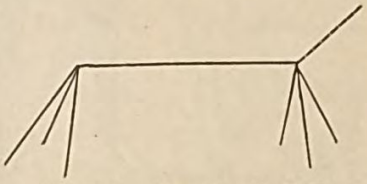


Fig. 544. Blanchère's Zelt.

De la Blanchère richtete mittelst Stangen und Schnüren im Freien ein Zelt auf, welches beiläufig die Form von Fig. 544 hatte. Der Ueberzug bestand aus grünem und schwarzem Perkal, zwischen denen ein Blatt schwarze Watte eingenäht

45) Wilson, Photographics. 1881. S. 90.

war; die Vorhänge aus schwarzem Perkal, durch doppelten grünen verdickt, jedoch ohne Watte[46]). Darinnen arbeitete er wie in einem Dunkelzimmer.

Fig. 546.

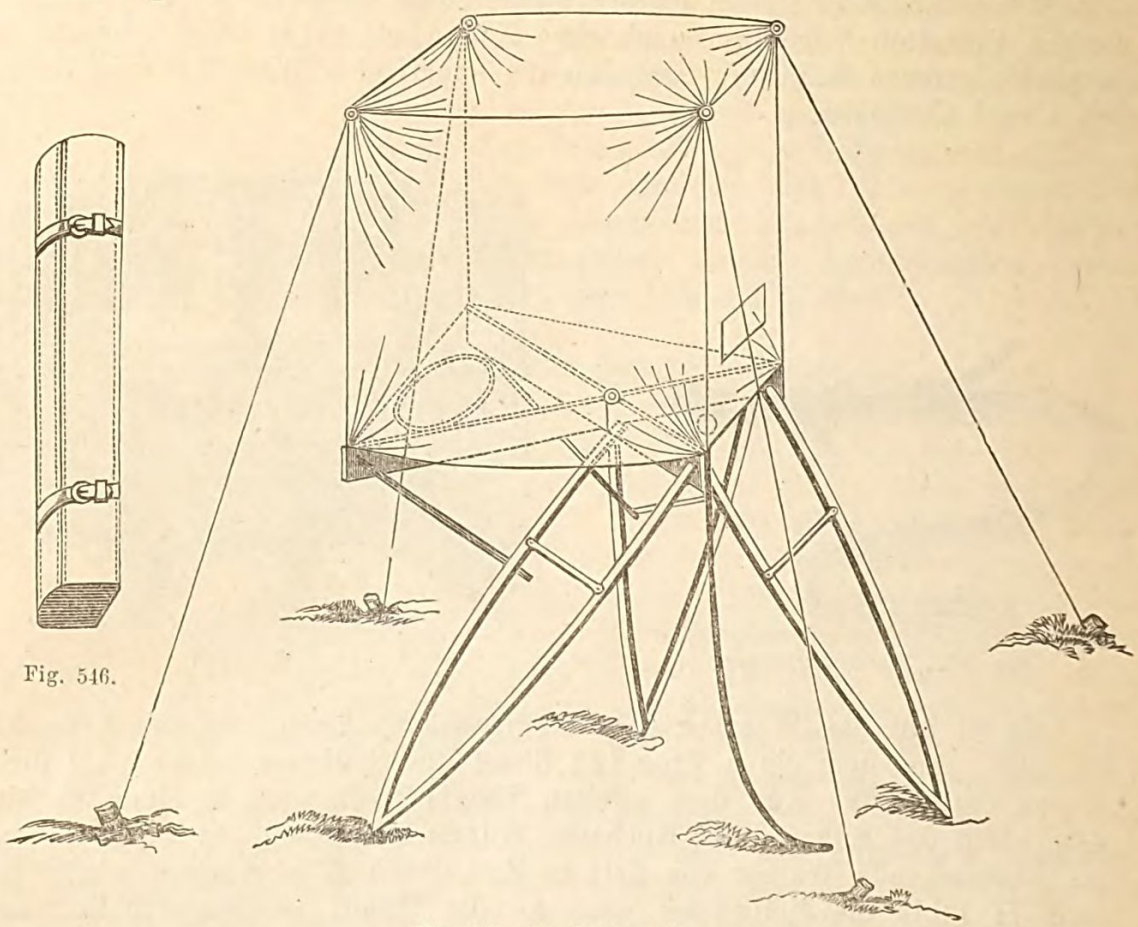


Fig. 545. Moginie's Zelt.

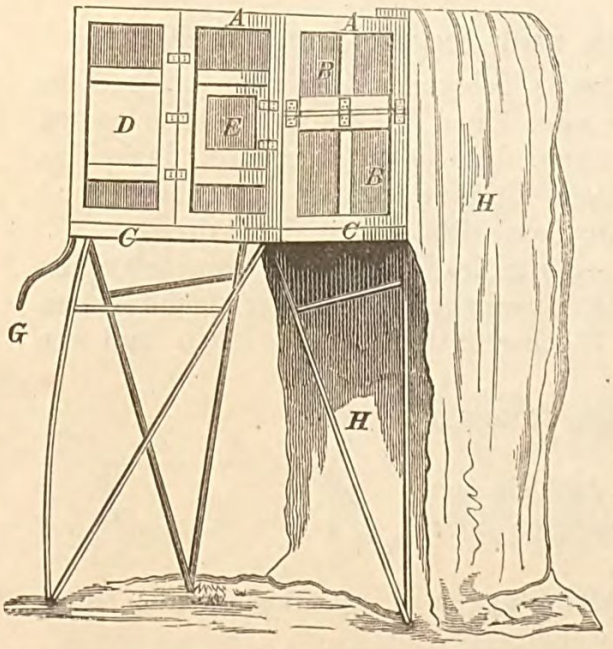


Fig. 547.

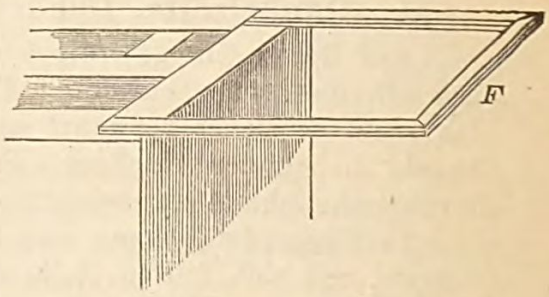


Fig. 548.

Fig. 549.

Transportable Dunkelkammer.

46) Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1857. S. 377; aus Bullet. Soc. franç. Phot. 1857. S. 235.

Moginie hob hervor, dass einer der hauptsächlichsten Fehler der meisten damals gebräuchlichen Zelte darin besteht, die Bedeckung (das Zelt) gehörig über das Rahmenwerk zu bringen. Er suchte diesen Uebelstand durch nachstehende Anordnung (Fig. 545 und 546) zu vermeiden. Das Zelt wurde durch Hilfe von 4 Pflöcken und Stricken am Boden festgehalten. Am Boden befindet sich eine Oeffnung mit elastischer Einfassung, durch welche der obere Theil des Körpers gesteckt wurde. Das Ganze wog nur 12 Pfund. Fig. 546 zeigt den zum Transport zusammengelegten Apparat[47]).

Fig. 547 bis 549 zeigt eine transportable Dunkelkammer, welche aus Holz und Pappendeckeln hergestellt ist.

Fig. 547 *A* Holzrahmenwerk, *B* Füllungen aus Papier, *D* gelbes Glasfenster, *E* Thürchen zur Lufterneuerung, *G* Gummiröhre, *H* schwarzer Ueberzug. In Fig. 548 ist *F* der zusammenlegbare Rahmen. In Fig. 549 ist das Zelt zusammengepackt[48]).

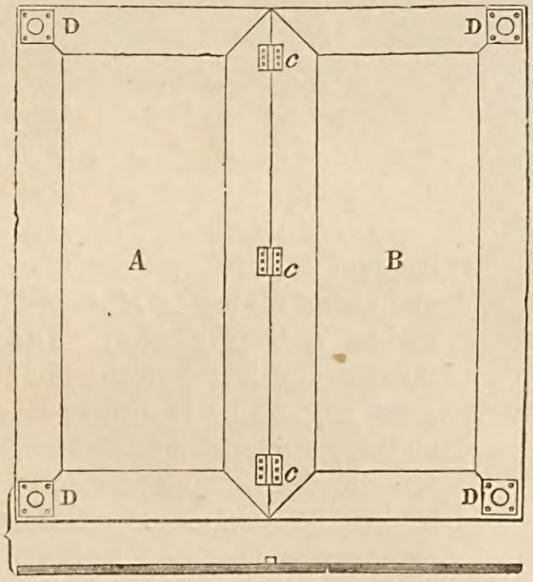


Fig. 550.

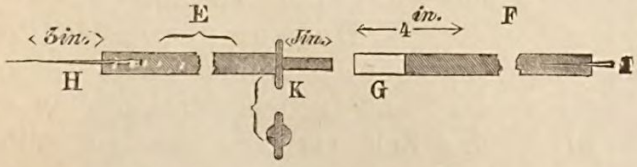


Fig. 551.

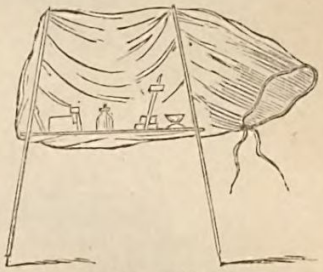


Fig. 552.

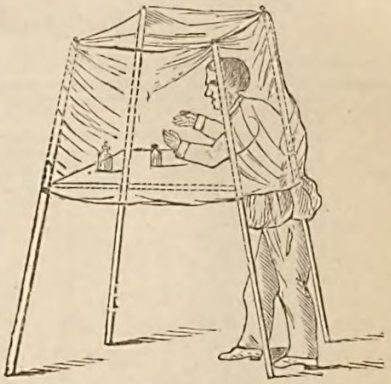


Fig. 553.

Montefiore Levi's Zelt.

G. Montefiore Levi empfahl folgendes tragbares Zelt zu Aufnahmen im Freien[49]). Zwei Bretter *A* und *B* (30 Zoll lang, 15 Zoll breit) sind in Rahmen *D D* gefasst und durch starke Charniere verbunden (Fig. 550). An jeder äusseren Ecke ist ein Loch (1 Zoll Durchmesser) angebracht und darüber eine Eisenplatte mit entsprechender Oeffnung geschraubt. Als Stativ

47) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 158; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 177.

48) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 135; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 8, S. 181.

49) Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1857. S. 372; aus London Phot. Society Bd. 4, S. 43.

dienen vier Holzstäbe. Jeder besteht aus zwei Theilen, *E* und *F* Fig. 551, welche durch ein Schieberohr aus Messing *G*, das an dem Theile *F* befestigt ist, verbunden werden. Das untere Ende hat eine Eisenspitze, um es in den Erdboden zu stecken; das obere Ende trägt einen $^1/_4$ Zoll dicken Eisendraht *J*. Die Zeltdecke ist aus doppeltem gelben Baumwollstoff gebildet. und besitzt mit Leder ausgefütterte Oeffnungen, die auf die Spitzen der Stäbe passen. Um das Zelt aufzustellen, wird die Platte in die Decke eingeschoben, dann geöffnet (mit den Charnieren nach abwärts) und so gelagert, dass die Löcher zusammenfallen; die unteren halben Stäbe werden nun durch diese Oeffnungen geschoben und durch kleine durch sie gesteckte Zapfen am Durchgleiten gehindert. Die vier oberen Stäbe werden dann in den Sack gebracht 552 und 553.

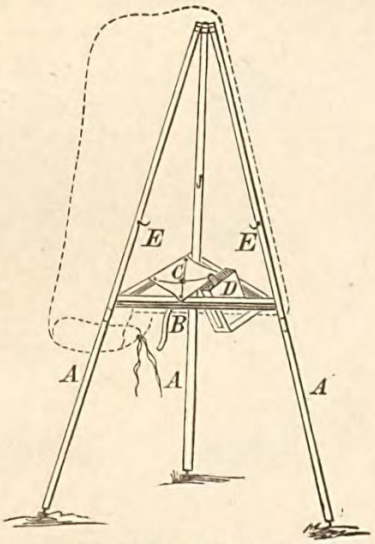


Fig. 554. Louch's Zelt.

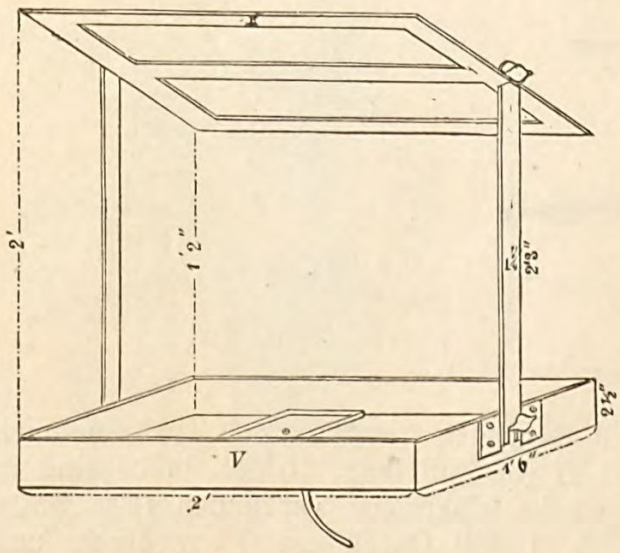


Fig. 556. Dogson's Zelt.

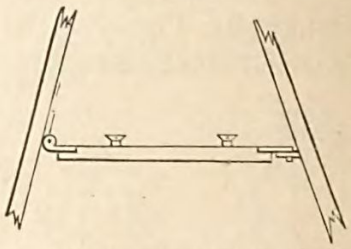


Fig. 555. Louch's Zelt.

J. Louch's tragbares Zelt bestand aus drei zusammenlegbaren stehenden Stäben *A A A* und Querstäben *B B* (Fig. 554). Die Einfügung der letzteren in die ersten zeigt Fig. 555. Die über das Gestelle gezogene lichtdichte Decke ist durch die punktirten Linien in Fig. 554 angedeutet. Der Operateur zog dieselbe über den Oberkörper und schnürte sie bei *A* zusammen. *D* ist eine Cuvette, *B* ein Abflussrohr für Spülwasser[50]).

W. Dogson überzog das Zelt (Fig. 556) mit einer Lage schwarzen und gelben Kattun. Wenn das Zelt verpackt werden sollte, wurde der Kattun in den trogförmigen Tisch *V* zusammengelegt, der obere Rahmen, dann die Vertikal-Stützen daraufgelegt und das Ganze mit einem Lederriemen zusammengehalten (Gewicht 9 Pfund[51]).

Bourfield und Rouch benutzten ein tragbares Zelt[52])

50) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 10; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 8, S. 12.

51) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 133; aus Phot. News. Bd. 5, S. 320.

52) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 142; aus Brit. Journ. of Phot. Bd. 7, S. 275.

(Fig. 557), dessen Holzbestandtheile als starke Kiste (Fig. 558) benutzt werden konnten. Der Kasten Fig. 558 wurde auf einen Dreifuss geschraubt,

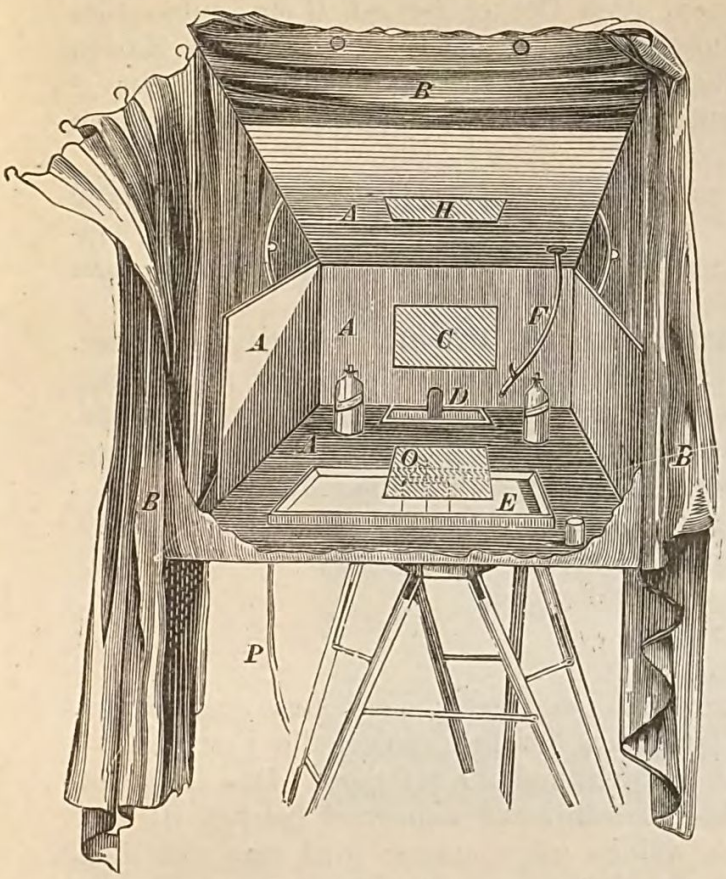


Fig. 557.

Bourfield und Rouch's Zelt.

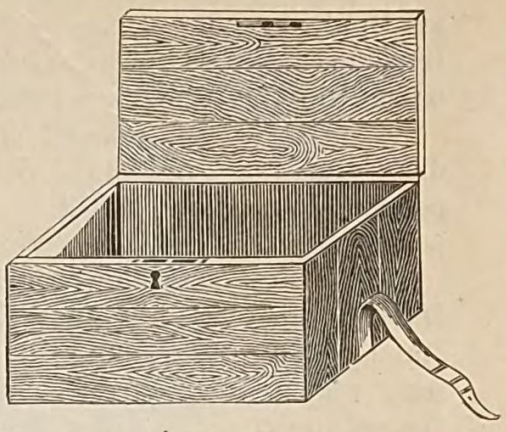


Fig. 558.

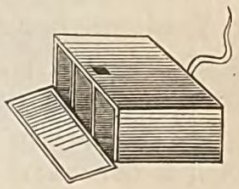


Fig. 559.

die Wände $A\,A$ auseinandergelegt (Fig. 557), darüber eine Decke B gelegt; bei C befand sich eine gelbe Scheibe, bei H konnte ventilirt werden. Die

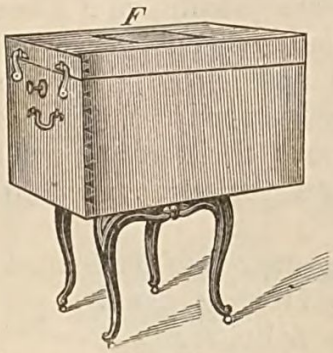
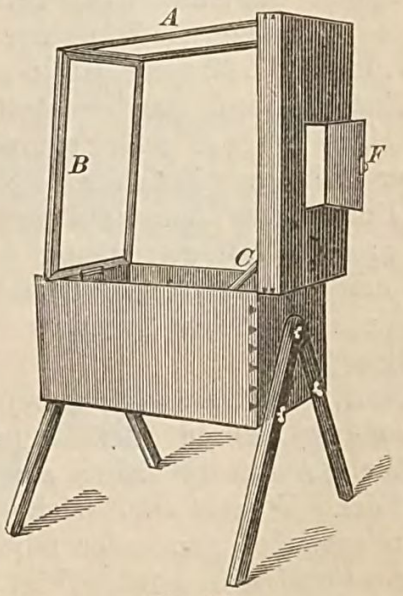


Fig. 560.



Nigg's Dunkelkammer. Fig. 561.

Chemikalien wurden in eine Zinnbüchse Fig. 559 verpackt, welche zugleich als Wasserbehälter diente; das Wasser wurde durch das Kautschukrohr F in's Innere geleitet. D und E Tröge.

A. Nigg in Wien verwendete als tragbare Dunkelkammer eine Art Kiste (Fig. 560), in welcher alle, selbst für eine weite Reise nöthigen Gegenstände verpackt werden können. Am Deckel ist bei *F* ein gelbes Glas angebracht und dieses durch eine Holzthüre geschützt. Um diesen Kasten als Dunkelkammer benutzen zu können, waren an der Innenseite Rahmen *A* (Fig. 561) mittelst Charnieren befestigt, welche das Gerippe zum Befestigen eines lichtdichten Sackes gaben [53]).

Smartt's im Jahre 1858 erfundenes und 1860 verbessertes Zelt hatte die Form von Fig. 562. Ueber das Rahmenwerk kam ein Zelt von doppeltem schwarzem Zwillich; ausserdem trug es einen Tisch, worauf man arbeiten konnte etc.

Fig. 563 zeigt die Einrichtung des von Smartt construirten Zeltes. Dasselbe besteht aus einer Reihe von Triangeln, welche sich gegenseitig stützen und befestigen. Da die einzelnen Stützen sich zusammenlegen lassen, nimmt das Ganze, bei bedeutender Festigkeit, doch einen höchst geringen Raum ein. Alles Weitere folgt aus der Erklärung der Figur.

O O O Befestigungspunkte des Tisches an den 6 Füssen des Gestells,
C C' Gussstein und Rohr zum Wegleiten des Wassers,
B das auf dem Tische befestigte Silberbad,
E Wasserbehälter mit Hahn *R*,
K kleines Glasplattengestell.

Zur Verdeutlichung der Figur sind zwei Seiten des Zeltes weggelassen. Die von oben nach dem Boden laufenden Stricke erhöhen die Festigkeit.

Dies Zelt ist 2 m hoch, 1 m breit und 50 cm lang. Das Gesammtgewicht mit Einschluss der Hülle von schwarzer Leinwand beträgt 10 kg.

Welches Zelt man aber auch wählen möge, immer wird man gut thun, es im Schatten aufzustellen, um die Erwärmung des Innern durch directes Sonnenlicht zu vermeiden. Der Stoff der Umhüllung muss aussen gelb, innen schwarz sein. Der Grund liegt auf der Hand. Das Gelb erwärmt sich wenig unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen und bietet auch dem Durchgange der chemischen Strahlen einen grossen Widerstand. Ausserdem hält der schwarze Stoff im Innern noch diejenigen Strahlen ab, welche vielleicht durch die äussere Hülle gedrungen sind.

Endlich kann man — statt eines Zeltes — sich mit sehr grossem Vortheil eines Wagens auf Federn bedienen, dessen Wände von aussen aus weisser Leinwand bestehen, welche von innen mit gelbem Papier überklebt ist. Der Wagen muss auf zwei Rädern ruhen und leicht genug sein, um ohne grosse Kraftanstrengung bewegt werden zu können. Er hat vor dem Zelte den unschätzbaren Vortheil voraus, dass man des fortwährenden Aus- und Einpackens der Apparate überhoben ist und sogleich zum Aufnehmen schreiten kann.

Man richtet sich das Innere dieses Wagens ganz wie im Dunkelzimmer ein, so dass man in aller Bequemlichkeit darin arbeiten kann.

Viele Amateure ziehen einen Wagen einem Zelte vor.

Solche Wagen sind leicht beweglich und derartig gebaut, dass eine Person entweder ganz oder nur mit dem Oberkörper sich im Wagen befindet. Letztere Construction ist in Fig. 564 und 565 abgebildet (Bender's Dunkelwagen [54]).

53) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 108.
54) Nach Phot. Mitth. Bd. 16, S. 316.

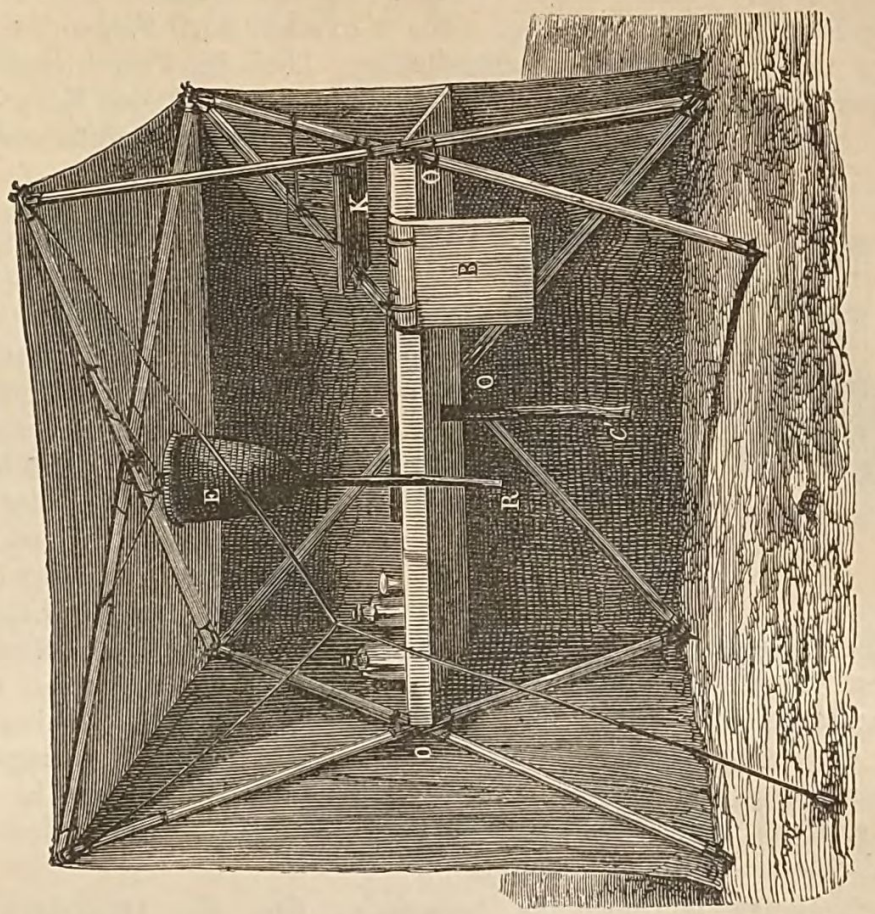


Fig. 563.

Smartt's Dunkelzelt.

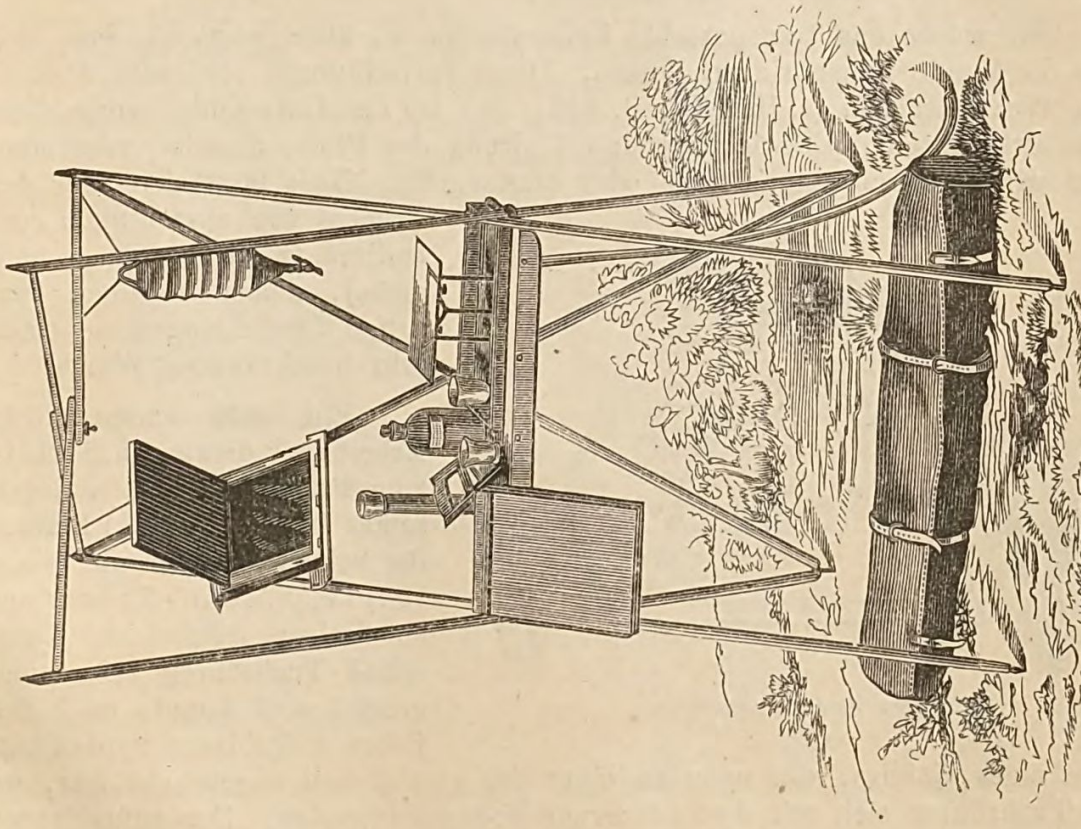


Fig. 562.

Die Construction des Bender'schen Wagens erläutert sich durch die beigegebenen Zeichnungen, und es wäre hierzu nur noch Folgendes zu erwähnen nöthig: Der untere, conisch ausgeschnittene Theil des Präparirraumes, welcher mit einer Zinkwand bekleidet ist, umhüllt und schützt den Körper des Operateurs, wobei gleichzeitig alles durch den Ausschnitt einfallende Licht abgeschlossen wird. Zu beiden Seiten dieses Ausschnittes werden bei der Fahrt Cüvette und Plattenkasten aufgestellt, beim Operiren dagegen kommt die Cüvette dicht hinter den Ausschnitt zu stehen. An der hinteren Wand des Raumes ist ein Brett angebracht, welches zum Aufstellen der nöthigen Gläser, Cassetten u. s. w. dient. Auf diesem Brett liegt dann gleichzeitig noch eine Wachstuchdecke, die während des Entwickelns schräg über die Cüvette, nach unten zu, ausgespannt wird. Diese Wachstuchdecke hat den Zweck, einestheils das Silberbad vor Verunreinigungen zu schützen, und anderntheils, durch ihre schräge Lage, die Entwicklungsflüssigkeit sowie das Abspülwasser in eine am Boden befindliche Abzugsröhre überzuführen. Das zum Abspülen der Platten nöthige Wasser ist in einem oberhalb des Dunkelraums befindlichen Reservoir enthalten und wird durch einen Gummischlauch herunter geleitet.

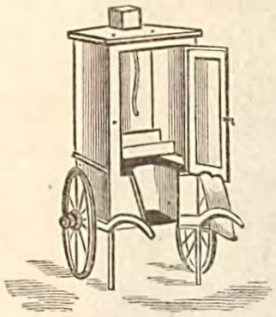


Fig. 564.

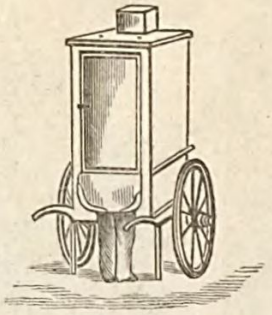


Fig. 565.

Bender's Dunkelwagen.

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass der Dunkelraum während des Transports zur Aufbewahrung aller nöthigen Utensilien, als Camera, Stativ u. s. w., benutzt werden kann.

Oft wurde das transportable Laboratorium so klein gemacht, dass sich nur die Hände hineinbringen liessen. Diese Vorrichtungen sind sehr ähnlich den Wechselsäcken (s. Heft IV, S. 422), nur ist der Unterschied vorhanden, dass Präparation, Entwicklung und Fixirung der Platte daselbst vorgenommen wird. Durch dunkelrothe oder orangegelbe Gläser lässt sich aber der Process von aussen nicht controliren (wohl aber durch hellgelbe), demnach haben derartige Vorrichtungen nur einen sehr beschränkten Werth.

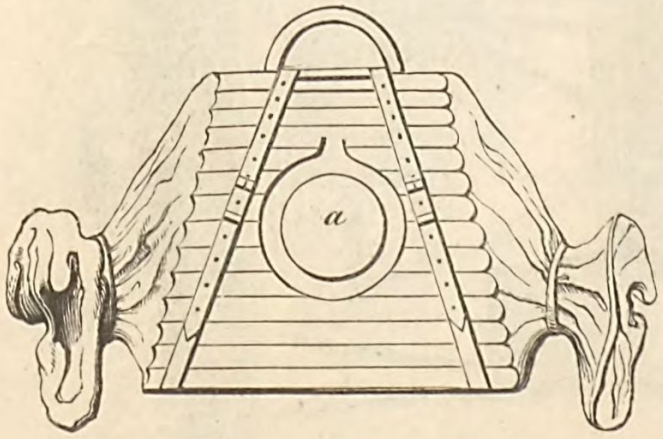


Fig. 566. Skaife's Arbeitssack.

Ein sehr compendiöser Arbeitssack diente Th. Skaife zum Präpariren und Einlegen seiner kleinen (nassen) Platten für seinen Pistolgraph (siehe Heft IV, S. 404). Er war aus elastischen luftdichten Kautschuk-Tuchröhren zusammengesetzt und konnte nach Belieben aufgeblasen werden mittelst eines Hahnes, der nahe an einer der vier Ecken angebracht war, wo die Tuchröhren sich mit dem hölzernen Boden verbanden. Der aufgeblasene

Sack Fig. 566 hatte eine Höhe von 9 bis 10 Zoll; der flache Boden mass beiläufig 12 Zoll im Gevierte. Vorne war eine kreis-runde Oeffnung mit einer dichten Klappe *a*, welche während der Manipulationen ganz verschlossen war[56]).

Manche empfehlen das Fenster an der Entwicklungsbüchse schief anzubringen, z. B. in der Form *a b c d* Fig. 567. Die runden Löcher an der Vorderseite dienen zur Aufnahme der Aermel; seitlich befindet sich noch ein Fenster[57]).

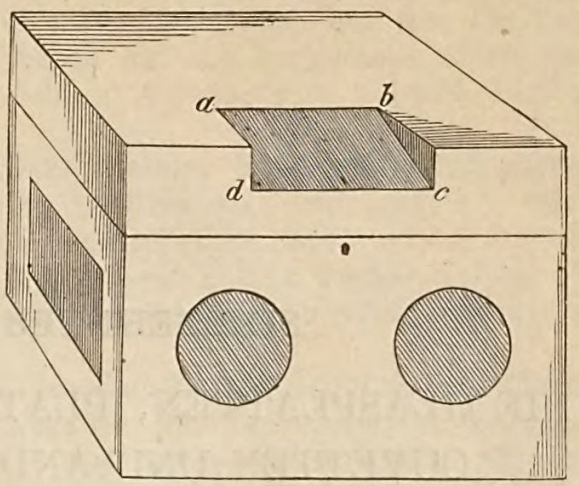


Fig. 567. Entwickelungsbüchse.

56) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 59.
57) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 158; aus Phot. News. Bd. 5, S. 381.

SIEBZEHNTES CAPITEL.

DIE GLASPLATTEN, PLATTENKASTEN, TASSEN, CUVETTEN UND ANDERE UTENSILIEN.

I. Wahl der Glasplatten.

Die Glasplatten, mittelst welcher die photographischen Matrizen für den Negativprocess (resp. für die Herstellung von Diapositiven) hergestellt werden, sollen folgende Eigenschaften haben:

1) Eine ebene Oberfläche. Eine unebene Glastafel wird im Copirrahmen sehr leicht springen; ferner wird sie in der Cassette an allen Punkten des Randes aufliegen und sodann das Bild nicht überall scharf sein. Auch beim Copiren von Glasdiapositiven ist dieser Umstand von Wichtigkeit. Das gewöhnliche Tafelglas ist ein bloss geblasenes und wie Fensterglas gestrecktes Glas, welches selten völlig eben ist, namentlich nicht in grösseren Platten. Die beste Sorte des bloss gestreckten (nicht geschliffenen) Tafelglases kommt als „Finglas", die gewöhnliche als „rheinisches Glas" oder „Solinglas" in den Handel. Das geschliffene und polirte Glas heisst „Spiegelglas"; es ist weniger stark als rheinisches Glas und wird von chemischen Agentien leichter angegriffen. Ferner entstehen bei lackirten Collodion-Negativen auf rheinischem Glas weniger leicht „Lackrisse" als auf Spiegelglas. Die Photographen und Fabrikanten von Trockenplatten benutzen für kleinere Formate das billigere rheinische Glas, für grössere Formate aber Spiegelglas, weil der Bruch der Negative beim Copiren in letzterem Falle allzugross würde.

2) Eine gewisse Stärke des Glases ist namentlich bei Solinglas, welches selten ganz eben ist, von Belang, denn zu dünne Tafeln unterliegen dann leichter dem Brechen im Copirrahmen. Das Glas von verschiedener Dicke kommt als „einfaches", „doppeltes" oder „dreifaches" in den Handel.

3) Eine reine Oberfläche. Die gewöhnlich vorkommenden Fehler sind: Schlieren, Blasen, Sand, dunkle Punkte, Kratzer, blinde Flecke. Sie sind in der Regel von wenig oder keinem Nachtheil, wenn sie sich auf der Rückseite der Platte befinden, und zwar um so weniger je dicker die Tafel ist. Befinden sich obige Fehler auf der präparirten Seite, so sind sie sämmtlich von Nachtheil.

Man unterlasse nie (namentlich bei Solintafeln) mit einem Ritz an der Ecke die reinste Seite zu bezeichnen.

4) Ungleiche Stärke schadet im Allgemeinen nicht oder wenig, wenn man mit Collodion arbeitet, weil die Schicht auch in schiefer Lage genügend homogen auftrocknet. Will man durch Aufgiessen von Gelatine-Emulsion etc. auf die Platten und Legen auf ein horizontales Brett den Ueberzug herstellen, so fällt die Schicht bei ungleich starken Platten unegal aus.

5) Färbung des Glases. Das Tafelglas kommt in verschiedener Qualität in den Handel als „weisses", „halbweisses" und „grünes". Man beachte aber, dass eine stark grünliche und gelbliche Farbe auf das Copiren einen Einfluss nimmt und mitunter (bei grossen Dicken solcher Tafeln) ein Effect erzielt wird, welcher dem Copiren unter farbigem Glas oder Papier gleichkommt.

Bei Aufnahmen der Negative in der Camera von der Rückseite (durch das Glas hindurch), um verkehrte Negative (für Lichtdruck) zu erhalten, kommt die Farbe des Glases in Betracht und selbe bewirkt unter Umständen bedeutende, aber schwankende Verlängerungen (z. B. das Doppelte) der Exposition.

Für unterlegte Glaspositive, stereoscopisch transparente Positive ist die Weisse des Glases von Belang.

II. Schneiden des Glases (Plattenformate) und Abschleifen der Kanten.

Die Platten werden mittelst des Diamanten oder Stahltrimmers zerschnitten.

Ueber die gebräuchlichen Plattengrössen lässt sich schwer etwas sagen; ebenso vergeblich war bis jetzt die Bemühung, eine Normalgrösse aufzustellen [1]).

Die scharfrandigen Kanten der zerschnittenen Glasplatten werden meistens abgeschliffen, damit die Hände und Putzballen geschont werden. Zum Abschleifen kann entweder eine mit Wasser benetzte mittelfeine Stahl- oder Schmirgelfeile, oder ein gewöhnlicher Schleifstein aus Sandstein oder aus Schmirgelmasse benutzt werden. Derartige Schleifsteine reissen oft Glas-

1) Am besten ist es sich an die von grossen Trockenplatten-Fabrikanten acceptirten Masse zu halten, wie hier z. B. die in Monckhoven's weltberühmter Fabrik vorräthigen Plattengrössen mitgetheilt sind:

9	× 12 cm	Visit	21	× 27 cm	
10	× 13 „		22,8	× 28 „	
12	× 15 „	Cabinet resp.	24	× 30 „	
12	× 16½ „	Doppel-Visit	28	× 33½ „	
13	× 18 „		30	× 40 „	
12½	× 20½ „		33½	× 39 „	
18	× 23 „		39	× 46½ „	
18	× 24 „		40	× 50 „	

Was im Sprachgebrauch „ganze", „halbe" etc. Platten bedeuten, darüber gibt folgende Zusammenstellung Aufschluss: Ganze Platte (1/1) = 6½ × 8½ Zoll; halbe (1/2) = 4¾ × 6½ Zell; drittel (1/3) = 4 × 5 Zoll; viertel (1/4) = 3¼ × 4¼ Zoll; sechstel (1/6) = 2¾ × 3¼ Zoll; neuntel (1/9) = 2 × 2½ Zoll [1 Zoll = 2,6 cm]. (Nach Kleffel's Handbuch der pract. Photographie. 1880. S. 150.)

Eine Commission im Berliner photographischen Verein nahm als Grösse einer Visit-Platte für zwei Bilder an: entweder 13 × 16 cm oder 13 × 21 cm. Dann für Stereoscop-Platten 11 × 19 cm und für andere Formate folgende Dimensionen: 10 × 13, 16 × 18, 18 × 24, 21 × 26, 26 × 32, 34 × 40, 40 × 48, 45 × 57, 53 × 61 cm (Phot. Mitth. Bd. 6, S. 60).

splitter aus den Rändern. Zart und fein ist der Schliff auf einer mit Schmirgelpulver und Wasser bestreuten Eisenplatte.

Fig. 568 veranschaulicht das Abrändern der Kanten mit dem Schleifsteine, Fig. 569 das Abschleifen auf einer Metallplatte mit Schmirgel.

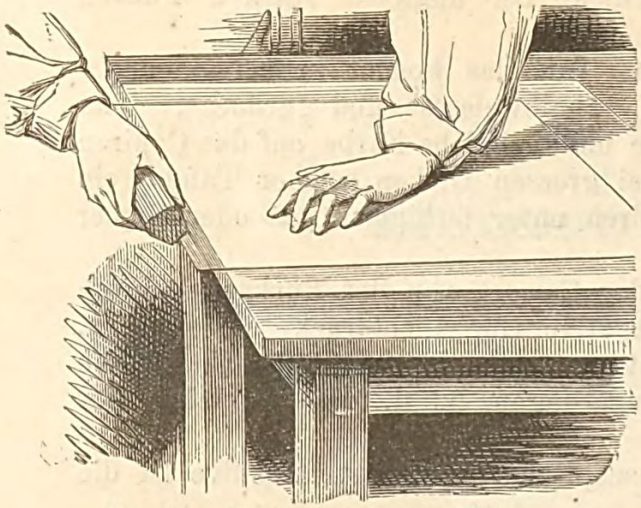


Fig. 568. Abschleifen der Glasplatten.

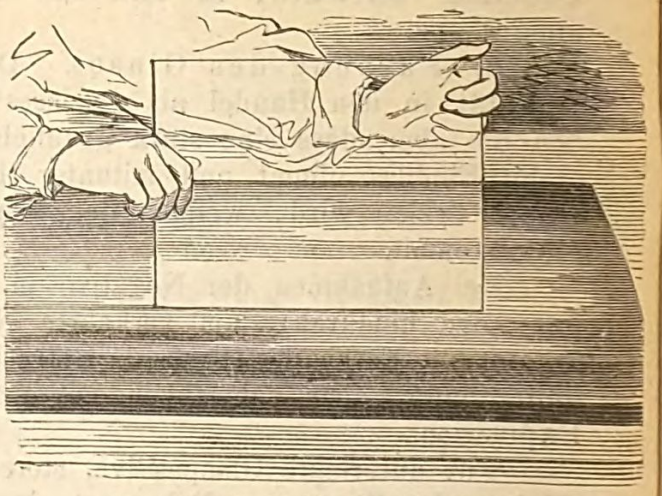


Fig. 569. Abschleifen der Glasplatten.

III. Reinigen der Glasplatten.

Die Glasplatten müssen sorgfältig gereinigt werden. Auch ganz reine Platten sind mit einer dünnen Fettschicht überzogen und ausserdem hängen mannigfache Verunreinigungen an, welche beseitigt werden müssen, weil namentlich im Negativprocess zahlreiche Flecken etc. die Folge sein können. Das sorgfältige Reinigen kann nur dadurch umgangen werden, dass man die Platten „vorpräparirt", d. h. mit dünnen Schichten von Albumin, Gelatine etc. überzieht, was gelegentlich der verschiedenen Processe beschrieben werden wird.

Sehr unreine neue Platten werden zuvor mit Wasser abgespült und mit einem Tuch abgerieben und dann in ein Säurebad gelegt. Als solches dient entweder concentrirte Salpetersäure, welche mit gleichem Volumen Wasser verdünnt wurde, oder das von Carey Lea vorgeschlagene und seither vielfach verwendete geruchlose Chromsäurebad aus 30 ccm concentrirter Schwefelsäure, 400 ccm Wasser und 30 g doppelt chromsauren Kali [2]). Diese Lösungen werden in Glas- oder Steingutwannen gegeben und die Platten durch mehrere Stunden (etwa 12 Stunden) gebadet.

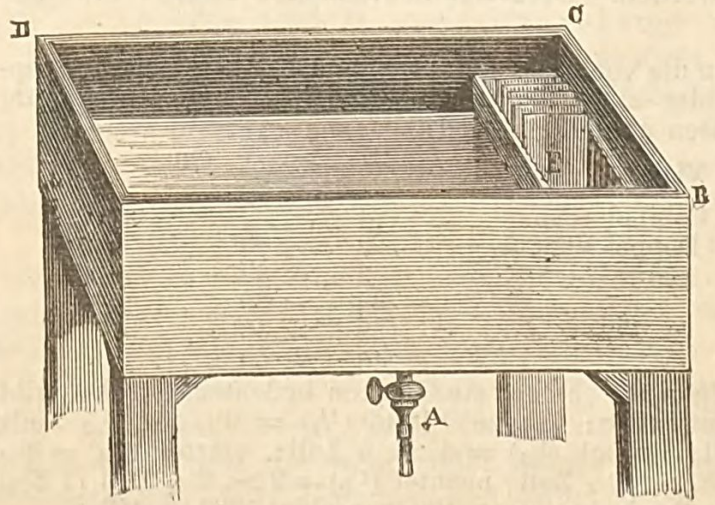


Fig. 570. Waschgefäss.

2) Phot. Archiv. 1866. Bd. 3, S. 279; aus Philadelphia Photographer.

3) Sobald die rothe Lösung violett wird oder Chromalaunkrystalle absetzt, ist sie ausser Gebrauch zu setzen.

Beim Baden der Platten soll man darauf achten, dass dieselben etwas von einander abstehen und der Säure Zutritt gestatten. Dies kann dadurch geschehen, dass man Glaswannen oder glasirte Thontröge mit gerippten Wänden benutzt, in deren Vertiefungen die Platten stehen. Fig. 570 zeigt einen solchen Säuretrog in Combination mit dem Waschgefäss. Manche empfehlen Dazwischenlegen von Glasstückchen (Vorsicht vor dem Zerkratzen!), Glasperlen, Platindraht oder Bleidraht (nur beim Chromsäure-Bad verwendbar); Andere biegen Bleistreifen zickzackförmig (ΛΛΛΛ) und trennen dadurch die Platten[4]).

Die in Säure gebadeten Platten werden mittelst starken Glashaken herausgehoben, in Wasser gelegt (Fig. 571), mit reinem Wasser wiederholt abgespült (und zugleich nass abgerieben) und dann durch einige Minuten zum Abtropfen schief auf Fliesspapier gestellt (Fig. 572). Schliesslich werden sie mit reinen Leinentüchern auf beiden Seiten trocken gerieben.

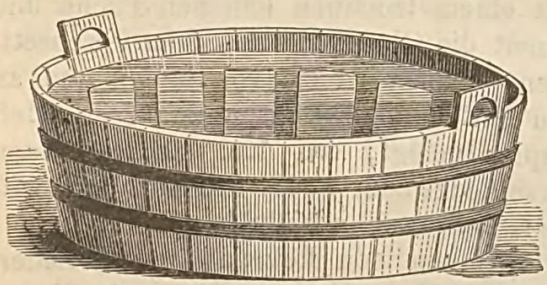


Fig. 571. Waschen der Glasplatten.

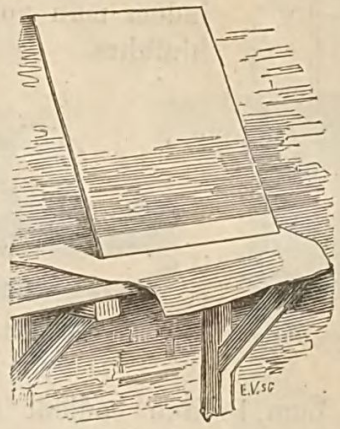


Fig. 572. Abtropfen der Glasplatte.

Schon gebrauchte Glasplatten, auf welchen Collodion, Gelatine oder neben diesen eine Lackschicht sich befindet, reinigt man meistens in alkalischen Laugen. Am gebräuchlichsten ist eine concentrirte, mässig warme Soda-Lösung oder ein Bad von Aetznatron oder Aetzkali (ungefähr 1 : 8 oder 1 : 10), worin sich selbst Lackschicht bald auflöst oder lockert, so dass sie leicht abgewischt werden kann.

Ausser den angegebenen Lösungen wurden noch zahlreiche andere vorgeschlagen[5]).

Die gereinigten Glasplatten können zu manchen photographischen Processen sofort benutzt werden. Häufig werden sie aber mit gewissen Mitteln präparirt (überzogen), um das bessere Fliessen und Haften der photographischen Schicht zu vermitteln; geschieht dies nicht, so müssen die Platten (bes. für den nassen Negativ-Collodionprocess) sorgfältig polirt werden.

Hierzu bedient man sich des Alkohol, Ammoniak, alten Collodions etc.

Nach H. W. Vogel ist es am besten die vorgeputzten Platten auf ein flaches Brett oder einen Putzrahmen zu legen, einige Tropfen starken Ammoniaks darauf zu giessen und mittelst eines reinen mit Soda (nicht mit

4) Kleffel zieht vor die neuen Platten mit Salpetersäure (1 : 1) zu bestreichen und zwar mittelst eines zum Bündel gerollten Flanells. Die Säure lässt er 5 Minuten einwirken, legt die Platten dann in Wasser, spült ab und trocknet. (Phot. Mitth. Bd. 5, S. 315. Kleffel's Handbuch der pract. Phot. 1880. S. 195.)

5) Z. B. sogar Flusssäure (Phot. Mitth. Bd. 16, S. 50), ferner Bedecken der gefirnissten Platten mit altem Jodcollodion oder solchem, welchem $^1/_4$ Salzsäure zugesetzt wurde. (Phot. Mitth. Bd. 4, S. 45.)

Seife) gewaschenen Handtuches zu reiben. Nachher reibt man mit einem anderen trockenen Handtuch nach, man haucht alsdann die Platten an; wird der Hauch überall gleichmässig angenommen, so ist die Platte gut [6]). Andere empfehlen Alkohol und Ammoniak, wie z. B. Belloc schon im Jahre 1856 [7]).

Zum Poliren benutzen Manche Tripel und Alkohol oder Tripel, Alkohol und etwas Ammoniak.

Man gibt in eine weithalsige Flasche ein Gemisch von Tripel, Alkohol und Ammoniak in solchen Verhältnissen, dass sich ein nicht allzu fester Brei bildet. Die Flasche wird mit einem Kork verschlossen, der mit einer an beiden Seiten offenen Röhre versehen ist (Fig. 573).

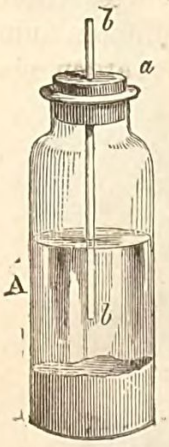


Fig. 573.

Man bringt einige Tropfen dieses Gemisches auf die Glasplatte und reinigt dieselbe mit einem Stückchen Seidenpapier, indem man von der einen Ecke zur andern kreisförmig darüber hinfährt.

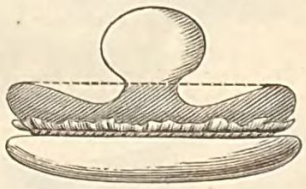


Fig. 574. Putz-Ballen.

Wenn man glaubt, hinlänglich gerieben zu haben, entfernt man den Tripel mit einem trocknen leinenen Tuche und nimmt die Glasplatte aus dem Putzbrettchen. Nun wird sie von hinten und an den Seiten abgewischt und auf ein Heft Papier gelegt, wo man sie mit Damhirschleder oder vollkommen trockener Leinwand abreibt [8]).

Zum Poliren bedient man sich der Ballen von Leinwand oder Leder. Empfehlenswerth ist die in Fig. 574 abgebildete Form. Eine mit Knopf versehene gedrechselte Holzscheibe wird mit gut gewaschenen Rehlederscheiben zwei- bis dreifach belegt und schliesslich mit reiner in Soda gewaschener Leinwand eventuell mit Leder überzogen [9]).

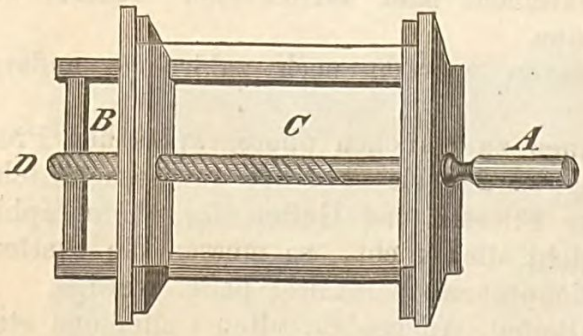


Fig. 575. Putzrahmen.

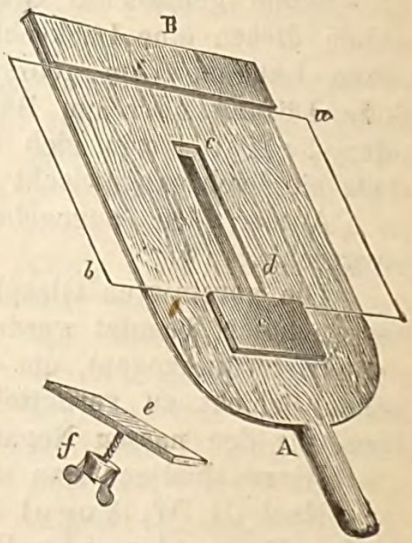


Fig. 576. Putzbrett.

6) Vogel's Lehrbuch d. Phot. 1878. S. 292.

7) Horn's Phot. Journ. 1856. Bd. 6, S. 60.

8) Statt Tripel wurde auch gebrannte Magnesia und Benzin empfohlen (Joy, Horn's Phot. Journ. 1862. Bd. 18, S. 80). Geschlemmte Infusorienerde (Kieselguhr), welcher ebenfalls mit Wasser angefeuchtet zum Putzen von Glasplatten empfohlen wurde (Phot. Mitth. 1876. Bd. 13, S. 35), ist nach den Erfahrungen von Hauptmann Tóth und dem Verfasser zu diesem Zwecke nicht verwendbar, da sie die Platten zerkratzt und matt schleift.

9) Bühler, Atelier und Apparat des Photographen. 1869. S. 268.

Um die Glasplatten während des Polirens festhalten zu können und dabei die ganze Oberfläche frei zu lassen, bedient man sich des Putzrahmens (Fig. 575) oder Putzbrettes (Fig. 576).

In Fig. 575 ist der Rahmen *B* mittelst der Schraube *DA* beweglich; das Glas *C* wird durch Anziehen der Schraube eingeklemmt. Das Putzbrett in Fig. 576 besteht aus einem Brettchen mit Spalt (*AB*), welches in *B* eine Leiste hat, woran die Glasplatte gelegt wird, die durch ein bewegliches Stöckchen (*e*) mit Feder (*f*) festgestellt wenden kann. Die Leiste (*B*) und die Hemmung (*e*) sollen dünner als die Glasplatte sein (Monckhoven).

Es wurden auch Maschinen zum Putzen (Poliren) von Glas- oder Silberplatten construirt. Eine solche Putzmaschine war z. B. in der Pariser Gewerbe-Ausstellung 1849 von Delezenne ausgestellt[10]).

Die meisten Photographen vermeiden das Poliren der Platten mit Tripel und anderen Pulvern, um die blanke Oberfläche nicht zu zerkratzen.

IV. Das Abstauben.

Gewöhnlich wird die Platte beim Putzen mit dem Lederlappen electrisch; sie zieht eine Menge Staub und Fasertheilchen an, die das aufgegossene Collodion und später das Silberbad total verunreinigen würden. Man lässt deshalb die frisch geputzte Platte auf dem Plattenständer einige Minuten stehen. Dabei verliert sie bald ihre Electricität. Zum Schluss stäubt man sie ab, indem man sie gleichmässig vorn und hinten in Kanten und Ecken mit einem sehr reinlich zu haltenden Kameelhaarpinsel (dem Abstauber) überfährt (Vogel).

Fig. 577 zeigt einen Abstaubpinsel.

Albuminirte, gelatinirte oder mit sonst einem Ueberzuge versehene Platten pflegt man nicht abzustauben.

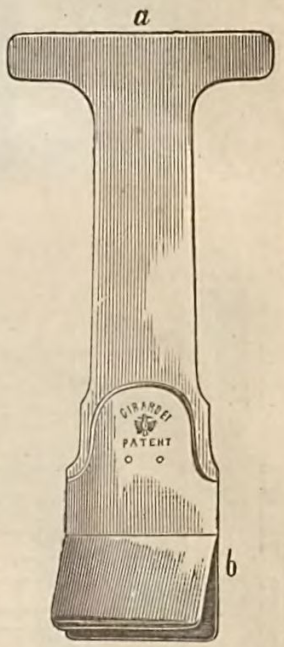


Fig. 577. Abstauber.

V. Gestelle und Kasten für Glasplatten.

Das einfachste Gestell für Glasplatten zeigt Fig. 578 und wurde in „Major Russell's Tanninverfahren 1862“ beschrieben. Jeder kann es sich leicht selbst anfertigen. Ein sehr bequemes ist in Fig. 579 (mit verticalen Holzstäben) und in Fig. 580 (mit Metalldrähten) dargestellt, und in Fig. 578 ist eine sinnreiche Vorrichtung veranschaulicht, welche für alle Platten-

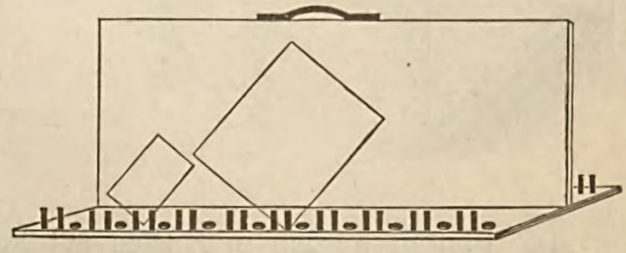


Fig. 578. Gestell für Glasplatten.

10) Bericht über die Gewerbe-Ausstellung in Paris 1849 von W. Oechselhäuser. — Eine neue Plattenputzmaschine s. Phot. Mitth. Bd. 13, S. 264. (Mit Abbildung.)

grössen brauchbar ist, weil das Gestell sich zusammenlegen und beliebig stellen lässt.

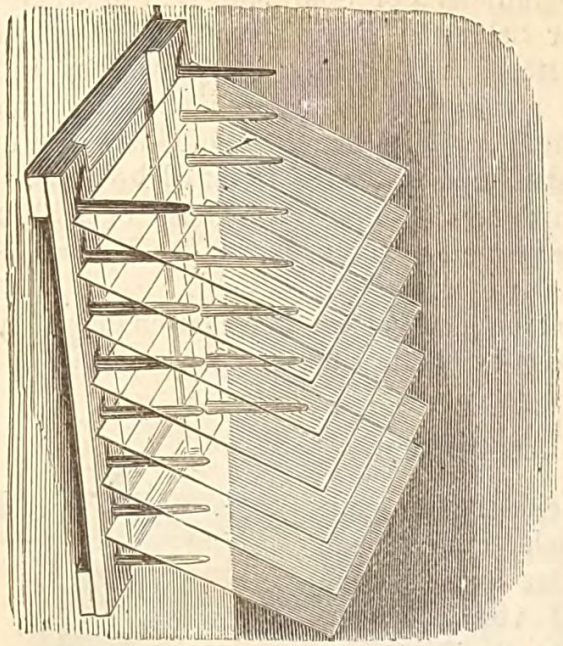


Fig. 581. Glasplatten-Gestell von Hornby.

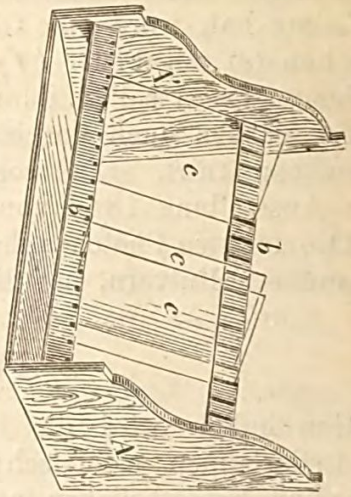


Fig. 579. Gestell für Glasplatten.

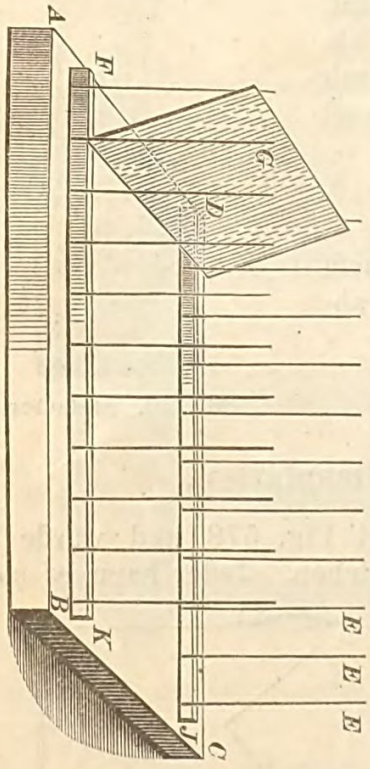


Fig. 582. Gestell für Glasplatten.

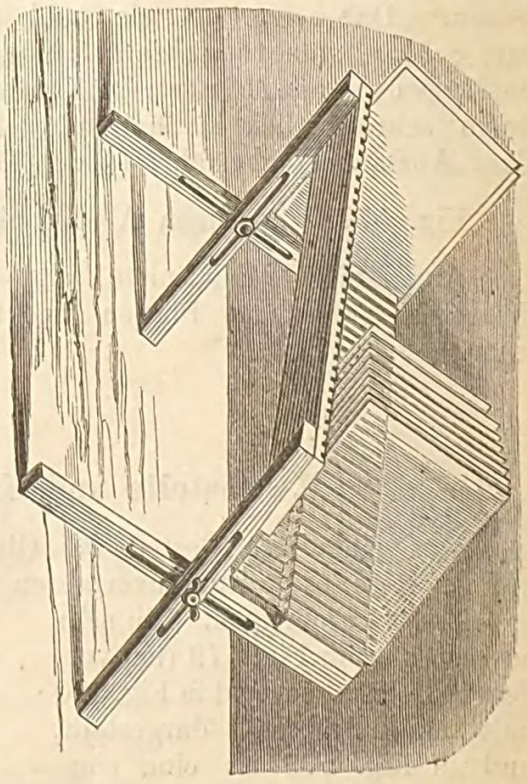


Fig. 580. Glasplatten-Gestell von Schiertz.

Die Platten werden in Kasten mit Falzen aufbewahrt, die für kleinere Platten in doppelter Reihe neben einander herlaufen (Fig. 581), für grössere nur einfach sind (Fig. 582). Die Plattenkasten werden meistens aus Tannenholz gemacht, die Falze können ziemlich nahe liegen, dürfen aber höchstens fünf Millimeter tief sein.

Statt des Tannenholzes ist es zweckmässiger Birkenholz zu verwenden, wenn die Plattenkasten zur Aufbewahrung und Transportirung trockner Platten dienen sollen, weil der Harzdunst des Tannenholzes eine schädliche Einwirkung auf die empfindliche Schicht auszuüben pflegt.

Auch empfehlen sich für längere Aufbewahrung von gereinigten Glasplatten Kasten aus Weissblech mit gutschliessendem Deckel.

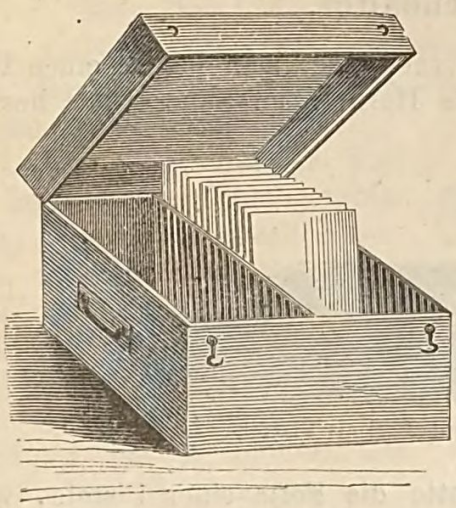


Fig. 583.

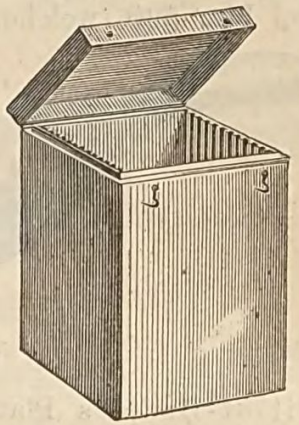


Fig. 584.

Plattenkasten.

Um zu vermeiden, dass präparirte Platten (besonders die leicht verletzlichen Collodionplatten) an den Rändern, die an den Nuten liegen, in welche sie geschoben werden, hat man nur die Nuten schräg anzubringen. Die Platte wird sodann so eingeschoben, dass nur die nicht collodionirte Seite in der Nute aufliegt[11]).

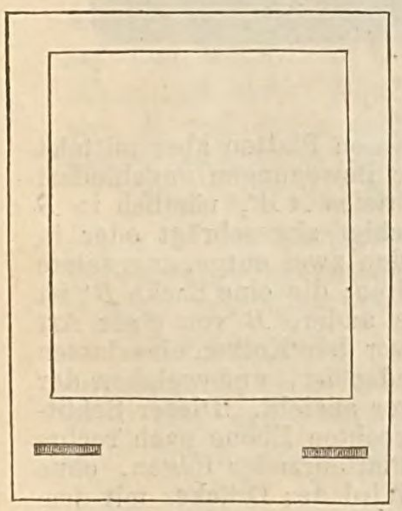


Fig. 585.

Fig. 586.

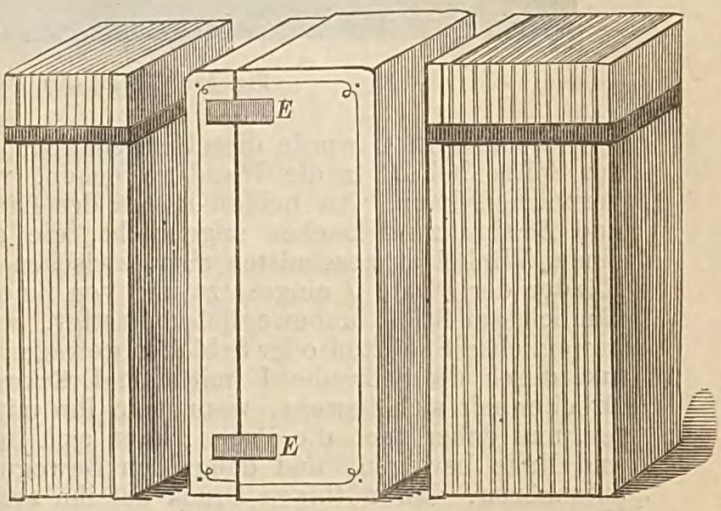


Fig. 587. Fig. 588. Fig. 589.

Plattenbücher.

Gut ist auch die von Preserve und Prosper vorgeschlagene Art Platten zu verpacken. Man schneidet Carton-Rahmen (Fig. 585) von der Grösse der Platten und zieht durch die unten befindlichen Einschnitte Bänder. An diese Rahmen reihen sich beiderseits zwei Platten (*v*, *v* Fig. 586).

11) Sellers, Horn's Phot. Journ. 1864. Bd. 22, S. 4.

Fig. 587 zeigt die Rahmen zusammengeschoben. Zwischen je zwei Rahmen werden die Glasplatten gelegt, deren Oberflächen sich nunmehr nicht berühren können. Fig. 588 zeigt die Rahmen zur Hälfte, Fig. 589 gänzlich mit Platten gefüllt. Schliesslich wird das Ganze in ein dichtes Holzkästchen verpackt[12]).

VI. Plattenhalter.

Zum Halten von grösseren Platten verwendet man häufig einen Rahmen mit Stiel Fig. 590, welcher Stützen aus Horn (resp. Silberdraht) besitzt.

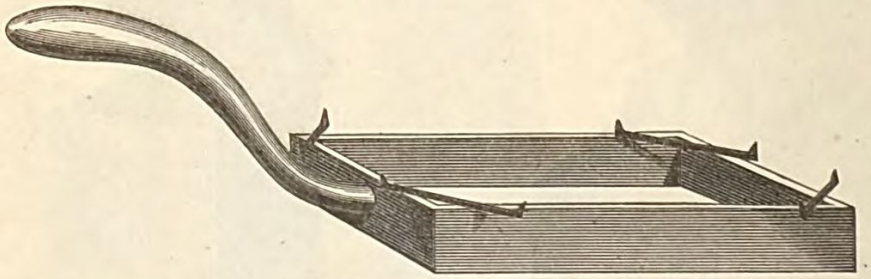


Fig. 590. Rahmen mit Stiel als Plattenhalter.

Millot-Brulé's Plattenträger hatte die Form einer Pistole, weshalb er ihn „pistollet-porte-plaque" (Plattenträgerpistole) nannte[13]).

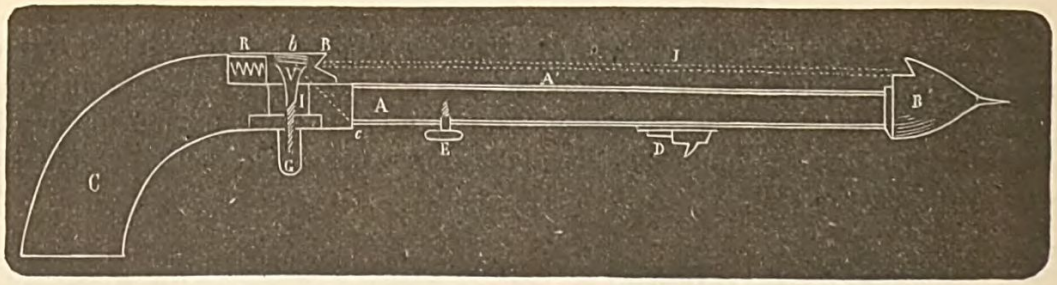


Fig. 591. Millot-Brulé's Plattenträger.

Beim Griff C wurde dieselbe gehalten, bei sehr grossen Platten aber mittelst der Spitze bei B' in die Wand gestochen, wo man alle Bewegungen ungehindert vornehmen kann. An beiden Enden des Laufes oder Stieles AA', nämlich in B und B' sind zwei Backen angebracht, die entweder schief abgeschrägt oder in einem Winkel ausgeschnitten sind, zwischen ihnen werden zwei entgegengesetzte Ränder der Platte J eingesetzt und von ihnen festgehalten; die eine Backe B' ist nämlich am Stiele unbeweglich befestigt, während die andere B von einer Art beweglichen Schlitten oder Schieber getragen wird, der vor dem Kolben eingelassen und durch die Schraube V mit dem Drücker G verbunden ist, und welchen der Drücker mit sich bewegt, wenn man ihn mit dem Finger anzieht. Dieser Schlitten, und daher auch die Backe, kann sich in der wagerechten Ebene nach rechts und links bewegen, und daher den Bewegungen des Plattenrandes folgen, ohne aufzuhören, den nöthigen Druck auf ihn auszuüben. Wird der Drücker mit dem Finger angezogen, so pressen der Schlitten und die Backe eine Spiralfeder B, die in dem Kolben angebracht ist, zusammen, und die nach Entfernung des Fingers die Glasränder zwischen den Kanten der beiden Backen gepresst erhält. Der Stiel AA' besteht aus zwei Theilen, einem inneren, oder festen Kern von hartem Holze, Metall u. dgl., und einem äusseren umhüllenden, nämlich einer Röhre von gefirnisstem Kupferblech, erhärtetem Kautschuk u. dergl. Beide Theile sind durch

12) Phot. News. 1861. Bd. 4, S. 71. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 119.

13) Cosmos. 1856. Bd. 9, S. 97. Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1856. S. 155.

eine Schraube *E* an einander befestigt, die durch die Hülle geht und in den Kern eindringt; indem man die Hülle vorwärts schiebt, verlängert man den Stiel, und macht so diesen Träger tauglich, Platten jeder Grösse tragen zu können. Um sehr kleine Platten einzuspannen, nimmt man die Röhre ab, dreht sie mit dem oberen Theile nach abwärts und schiebt sie wieder auf, so dass die Backe *D* nach aufwärts kommt, und die Stelle der Backe *B'* einnimmt. Im Stiel sind der Länge nach mehrere Löcher angebracht, welche die Schraube aufnehmen. Um eine Platte an zwei entgegengesetzten Ecken einspannen zu können, sind an den Backen *B* und *B'* dreieckige Oeffnungen angebracht.

J. Ellacot liess seinen Plattenhalter Fig. 592 aus hartem Holz fertigen; derselbe hatte einen beweglichen Zapfen, welcher das Glas (von bestimmter Grösse) festhielt[14]).

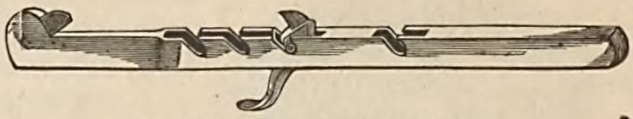


Fig. 592. Ellacot's Plattenhalter.

Lang's Plattenhalter (Fig. 593) ist aus einem flachgeschlagenen, federnden Stück Eisendraht, welches in der Form *ADB* gebogen ist, hergestellt. Der Draht ist mit Guttapercha stark überzogen (was die punktirten Linien vorstellen). Ein Vorsprung bei *E* hindert das Herabfliessen der Lösungen. Der Draht wird bei *B* herabgedrückt, die Ecken einer Glasplatte in die Fugen bei *C* und *D* eingelegt; die frei spielende Feder hält das Glas fest[15]).

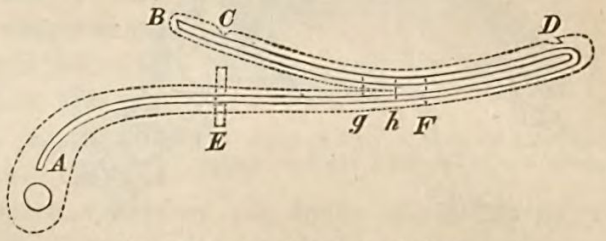


Fig. 593. Lang's Plattenhalter.

Lejeune's Plattenhalter (Fig. 594 bis 599) ist aus Draht verfertigt. Ein geringer Druck bei *AB* genügt, um die Klammer *CD* zum Einfügen der Platten *OO* zu öffnen, woselbst Beinansätze (Fig. 594) angebracht sind. Anstatt der Beinansätze von der in Fig. 594 gezeigten Form, kann auch auf den Metalltheil *O'* ein Beinansatz *X* (Fig. 597) mit einem neben dem Einschnitt befestigsten Silberstift angebracht werden, welcher die Drehung von *X* und somit auch der Platte erlaubt. Fig. 598 zeigt, wie die Platte gefasst wird, Fig. 599, wie man sich der Vorrichtung bedient[16]).

Hier und da sind pneumatische Plattenhalter in Verwendung, welche schon in den fünfziger Jahren bekannt waren[17]). Ein einfaches Beispiel ist Davanne's pneumatischer Plattenhalter aus Kautschuk (Fig. 600); derselbe besteht aus einer Hohlkugel von Kautschuk mit dicken Rändern, die sich an die Glasscheibe legen, wenn man durch Drücken der Kugel die Luft entfernt hat[18]). Viel solider ist der englische pneumatische Plattenhalter (Fig. 601 und 602), welcher aus einer Kautschukplatte *ab* besteht, die sich durch einen Hebel *edf* bewegen lässt und auf einem Holzcylinder *oing* ruht[19]).

14) Journ. Phot. Soc. London. Bd. 6, S. 168. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. S. 98.

15) Journ. London Phot. Soc. 1857. Bd. 3, S. 262. Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1857. S. 413.

16) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. Bd. 1, S. 191.

17) So wendete Albert ihn vor 1854 an (Horn's Phot. Journ. 1854. Bd. 1, S. 47).

18) Monckhoven's Traité de Photographie. 1862. S. 94.

19) Monckhoven's Vollständiges Handbuch der Photographie. 1864. S. 124.

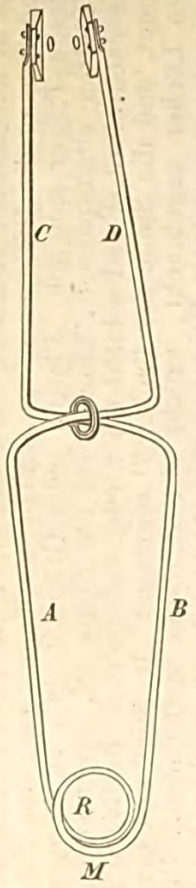


Fig. 594.

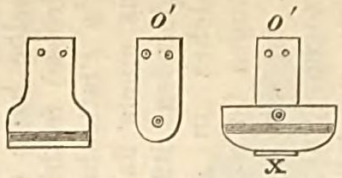


Fig. 595. Fig. 596 Fig. 597.

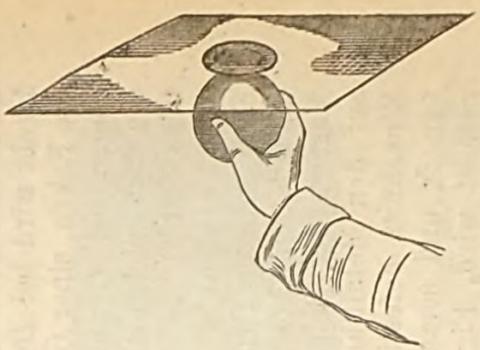


Fig. 600. Davanne's pneumatische Plattenhalter aus Kautschuk.

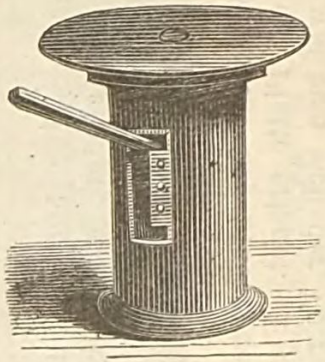


Fig. 601.

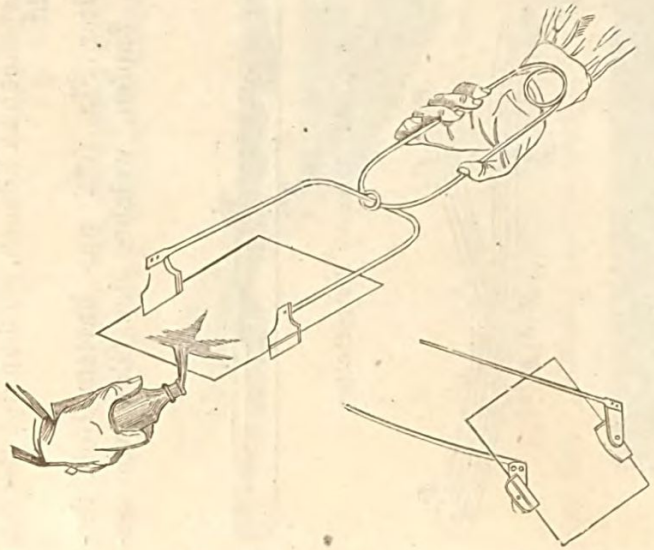


Fig. 598.
Lejeune's Plattenhalter.

Fig. 599.

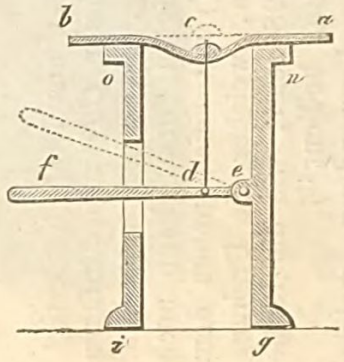


Fig. 602.
Plattenhalter aus Kautschuk.

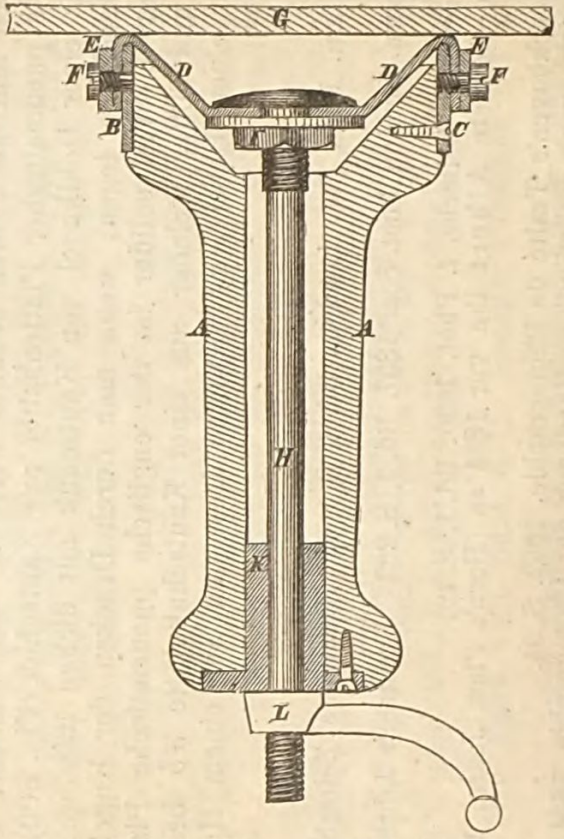


Fig. 603. Vacuum-Plattenhalter.

Fig. 603 zeigt einen in den fünfziger Jahren benutzten „Vacuum-Plattenhalter“, dessen Construction sich an die in Fig. 601 gegebene so anschliesst, dass hier keine Worte hinzugefügt werden sollen[20]).

Beim Arbeiten mit Collodion (nasses Verfahren) tritt bei warmem Wetter eine ungleiche Verdunstung des Aethers dort, wo die Platte aufliegt, ein und es entsteht in der Mitte ein transparenter Fleck.

VII. Tassen und Cuvetten.

Die Tassen für die Bäder sind entweder aus Porcellan und haben dann gewöhnlich die Form von Fig. 604. Viele ziehen Tassen aus gepresstem Glas — welche Davanne schon 1858 warm empfahl[21]) — den Tassen aus Porcellan vor, weil sie sich leichter reinigen lassen und weil die Glasur des Porcellans oft rissig wird.

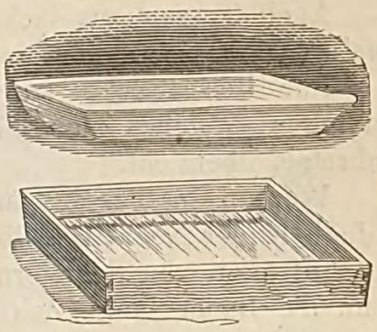


Fig. 604 und 605. Cuvetten aus Porcellan und aus Holz mit Glasboden.

Auch Holschalen mit Glasboden (Fig. 605) sind zu empfehlen. Um sie darzustellen, wird eine Glasscheibe in Eichenholz eingerahmt, welches mit Schellackfirniss überzogen ist, und die Fugen werden mit geschmolzenem Siegellack ausgefüllt. Bisweilen werden auch die inneren Ränder mit Glas versehen. Obwol solche Schalen nicht sehr lange halten, werden sie doch, ihres geringen Preises wegen, besonders für grössere Dimensionen vielfach verwendet.

Schalen ganz aus Holz gefertigt sind gleichfalls verwendbar, wenn sie gut gefirnisst sind[22]).

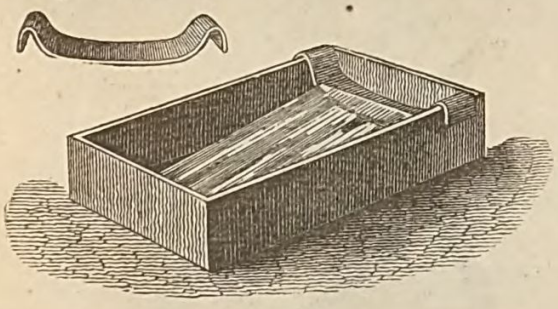


Fig. 606.

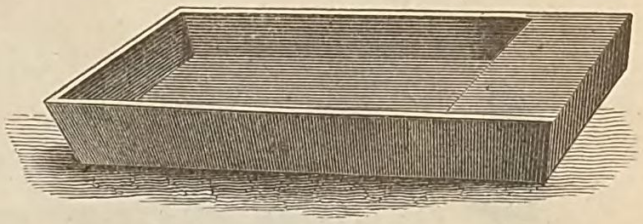


Fig. 608.

Fig. 607.

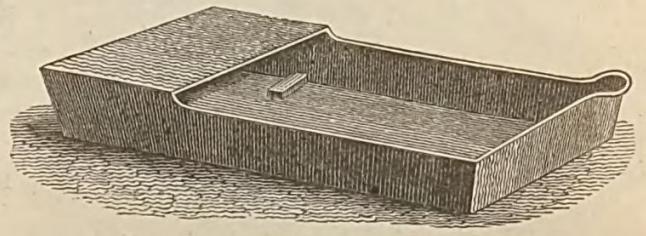


Fig. 609.

Tassen und Cuvetten aus Guttapercha, Ebonit und Papiermaché.

Soll in einer Tasse eine Platte mit der präparirten Schicht nach unten in einer Lösung gebadet werden, so legt man sie auf eine Brücke aus

20) Dingler's Polytechn. Journ. 1857. Bd. 144, S. 436.

21) Bullet. Soc. franç. 1858. S. 332.

22) Um die Poren ganz mit Harz zu erfüllen, kann man den Schellackfirniss 1 bis 2 Tage in den damit gefüllten Tassen stehen lassen.

Guttapercha, Silber etc., wie Fig. 606 zeigt, wenn man nicht vorzieht den Tauchhaken unterzuschieben.

Ebonit-[23]) oder die beliebteren Papiermaché-Tassen, welche letztere gut lackirt sein müssen, haben entweder die Form von Fig. 607 oder sie sind an einem Ende zum Theil geschlossen, so dass man durch Neigen die ganze Flüssigkeit an das eine Ende bringen, die Platte einlegen und durch eine rasche Bewegung mit der Flüssigkeit überfluthen kann. Solche Tassen sind in Fig. 608 und 609 abgebildet.

Sind Papiermaché-Tassen stellenweise von Lack entblösst, so lackirt man sie mit gewöhnlichem Asphaltlack oder besser mit der rascher trocknenden Lösung von Asphalt in Chloroform (oder Schwefelkohlenstoff).

Auch Tassen aus lackirtem Eisen- oder Zinkblech, sowie dauerhafterem emaillirten Eisen, stehen in Anwendung zur Entwicklung, Fixirung etc.

Für Reisezwecke kann man sich ausgezeichnete Schalen aus Carton herstellen, welchen man diesen mit dicken Schellackfirniss oder Asphaltlack mehrmals überzieht.

Werden in Tassen aus Guttapercha, lackirtem Holz, Carton etc. zur Aufnahme der Negative Silberbäder gegeben, so beobachtet man nicht selten das Auftreten von Schleiern, namentlich, wenn sie frisch sind (Vogel) oder wenn die Bäder lange Zeit darin stehen. Vermuthlich rührt dies von organischen Substanzen (harziger Natur?) her; nach H. W. Vogel wird dieser Uebelstand behoben, wenn man eine übermangansaure Kalklösung (1 : 100) über Nacht darin stehen lässt[24]).

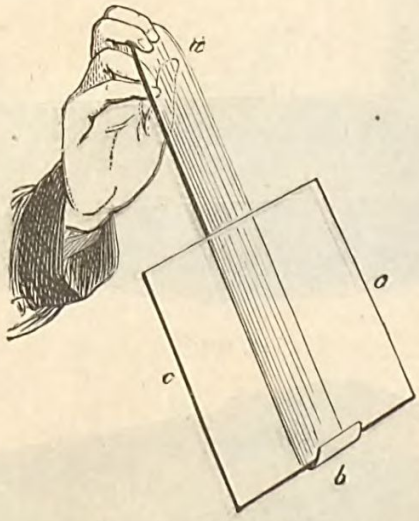


Fig. 610. Silberbadhaken aus Glas.

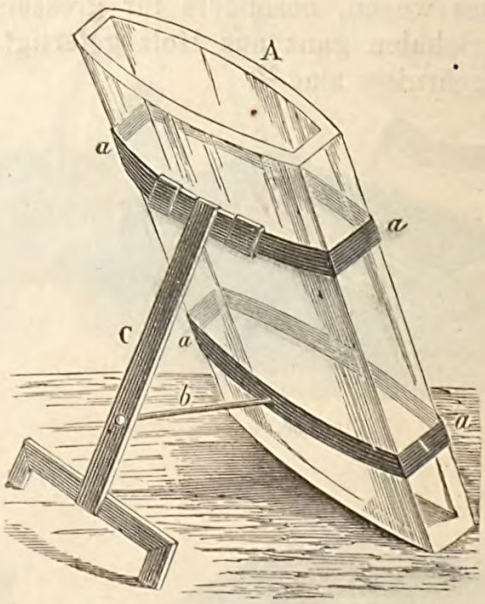


Fig. 611. Cuvette aus gegossenem Glase.

Die verticalen Schalen (meistens Cuvetten genannt) werden oft den horizontalen vorgezogen. Die beste Form ist eine Cuvette aus gegossenem Glase mit elliptischer Einbiegung, damit die empfindliche Schicht nicht ver-

23) Ebonit oder Hartgummi, welches Goodyear 1855 zuerst fabricirte, fand zu Beginn der sechziger Jahre Eingang zur Herstellung photographischer Tassen. Viel früher waren Guttapercha-Tassen in Anwendung, erfreuten sich aber keiner grossen Beliebtheit, weil sie die Negativ-Silberbäder bald verdarben, in Folge des Gehaltes an Schwefel in organischen Substanzen.

24) Vogel's Lehrbuch d. Phot. 1878. S. 300.

schoben und verletzt werde. Zwei Kautschuckstreifen, welche mit einem T aus Zink verbunden sind, dienen als Stütze. Diese Cuvetten zeichnen sich durch Festigkeit aus, sie fordern wenig Lösung, sind leicht zu reinigen und so durchsichtig, dass man die Glasplatte bequem beobachten kann. Man kann sie auch aus gelbem Glase anfertigen, wodurch nachtheiliges Licht ferngehalten wird.

Für die Reise lässt sich die Cuvette *C* (Fig. 612) mit einer Guttaperchahülle überziehen, *cc B* dient als Stütze und der Deckel *E*, aus Holz mit Guttapercha-Ueberzug bestehend, wird durch die Schraube *F* befestigt.

Dadurch erhalten diese Cuvetten einen hermetischen Verschluss, so dass man weder für das Silberbad noch für andere Lösungen besondere Flaschen mitzunehmen braucht.

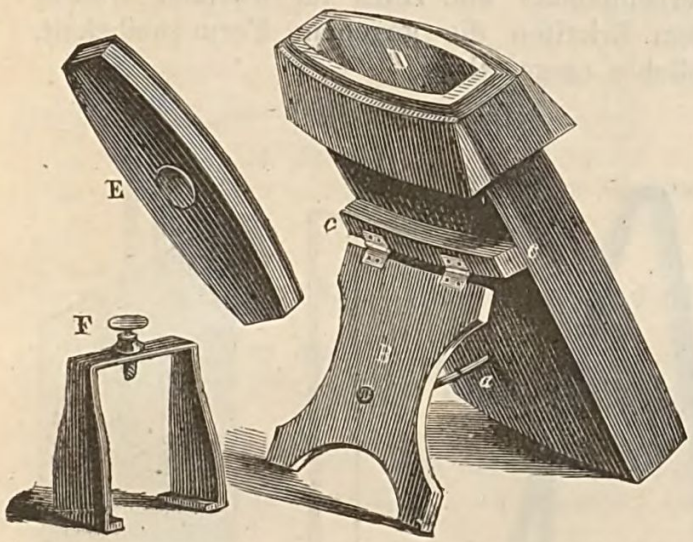


Fig. 612. Cuvette aus gegossenem Glas mit Deckel.

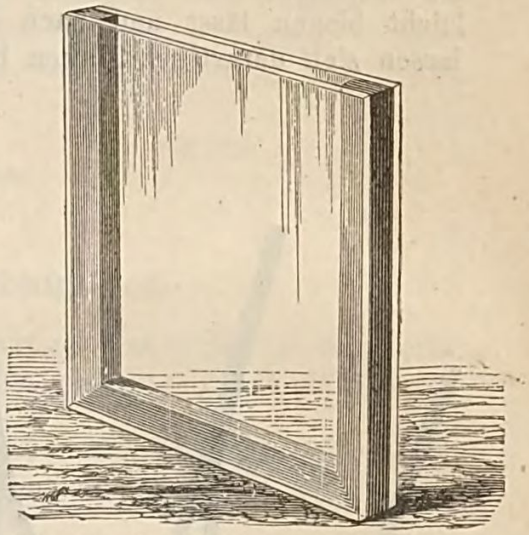


Fig. 613. Cuvette aus zusammengekitteten Glasplatten.

Bei diesen Cuvetten besteht also Alles aus Glas, und dadurch sind das Silberbad und die anderen Lösungen vor jeder störenden Einwirkung fremdartiger Substanzen geschützt.

Die Cuvette aus zusammengekitteten Glasplatten mit Zwischenlage von gefirnisstem Holze oder Guttapercha (Fig. 613) hat wegen ihrer Durchsichtigkeit einen gewissen Werth bei Versuchen und kann oft mit Vortheil gebraucht werden. Man überzieht einen Holzrahmen in der Wärme mit dickem alkoholischen Schellackfirniss und klebt zwei Glasplatten daran fest. Wenn man dieselben bis zum Erkalten des Firniss tüchtig anpresst, erzielt man einen vollkommenen Zusammenhang.

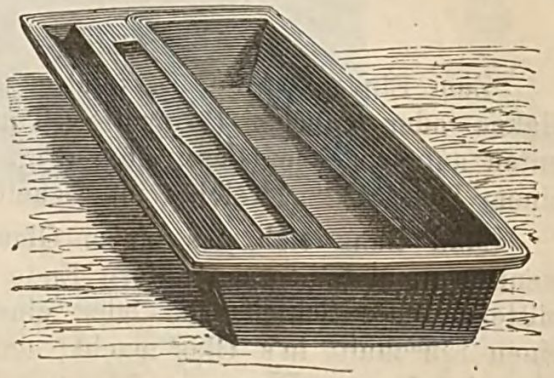


Fig. 614.
Cuvette aus zusammengekitteten Glasplatten.

Die Cuvette hat häufig eine Stütze aus Guttapercha, welche zugleich die überfliessende Lösung auffängt (Fig. 614).

Es giebt auch Cuvetten mit Ausflussrohr. Wenn man einen Ueberschuss von Silberlösung etc. in diese Cuvetten giesst, sinken die schwereren Ver-

unreinigungen zu Boden, wo sie unschädlich sind, während die an der Oberfläche treibenden wegfliessen. Man braucht also das Silberbad etc. nicht zu filtriren. Mit einem seitlich angebrachten Ausflussrohre lässt sich dieser Zweck bequem erreichen, während ein blosses Ueberfliessenlassen die äussern Seiten der Cuvette verunreinigt.

VIII. Tauch-Haken.

Als Haken für das Silberbad sind die aus Fischbein (Horn) oder Silber[25]) angefertigten vorzugsweise zu empfehlen. Man hat sie sowol einfach, als auch mit doppelten Zacken (Fig. 615 bis 617); diese, sowie die doppelhakigen (Fig. 617) bewähren sich besonders bei horizontalen Tassen. Da Fischbein sich in einer Kerzenflamme und Horn im warmen Wasser leicht biegen lässt und nach dem Erkalten die gegebene Form beibehält, lassen sich derartigen Haken beliebig umgestalten.

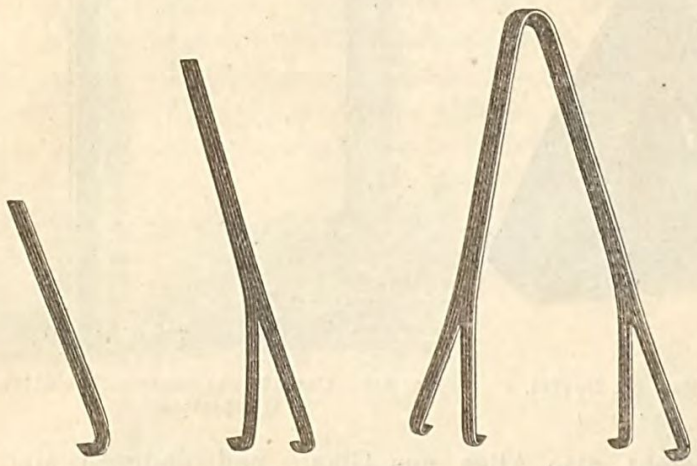


Fig. 615. Fig. 616. Fig. 617.
Tauch-Haken.

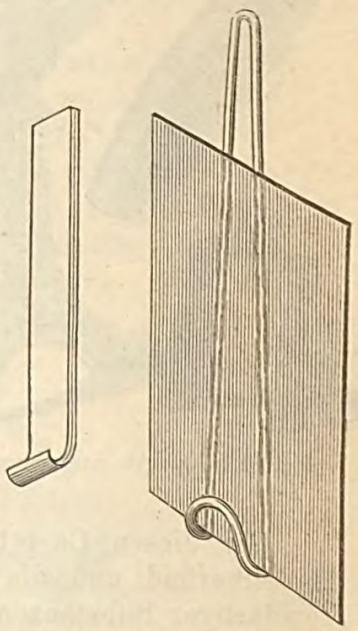


Fig. 618. Fig. 619.
Cuvetten-Taucher.

Zum Einsenken der Glasplatten in Cuvetten bedient man sich längerer Haken oder Taucher („Cuvetten-Taucher"), welcher entweder aus einem unten aufgebogenen Glasstreifen (Fig. 618) oder Silberdraht (Fig. 619) oder einem Holzstab[26]) (welcher mit Schellack gefirnisst ist) besteht.

Man kann sich aus einem Glasstreifen selbst Glastaucher herstellen, wenn man dieselben am untern Ende beiderseits rauh macht und ausserdem mittelst eines Schleifsteins oder einer mit Terpentinöl befeuchteten Feile einen Einschnitt in's Glas macht; dann werden ein Paar Guttaperchastückchen in warmem Wasser weich gemacht und an die rauhen Ecken gepresst.

25) Solche Haken aus Silberdraht hatte schon Georges de Bellio 1856 der französischen Photographischen Gesellschaft vorgelegt (Horn's Phot. Journ. Bd. 6, S. 19).

26) Z. B. von Butterfield (Phot. Archiv. 1873. S. 8), Pennington (Phot. Archiv. 1877. S. 94) u. A. empfohlen.

Es entsteht ein Taucher, wie ihn Fig. 620 von vorne und Fig. 621 von der Seite zeigt[27]).

Um das feste Anlegen des Tauchers an die Wand der Cuvette (vermöge der Adhäsion) zu verhindern, kann man an die Rückseite desselben zwei dünne Glasstreifen kitten, wie Fig. 622 vorstellt[28]).

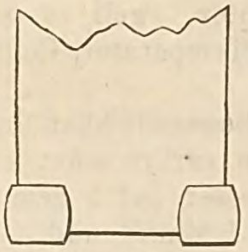


Fig. 620.

Fig. 621.

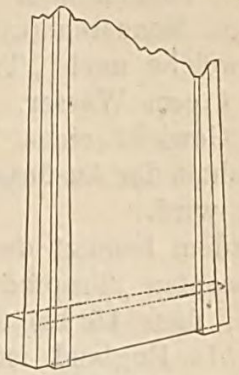


Fig. 622.

Taucher aus Glasstreifen.

IX. Mensuren und Tropfgläser.

Zum Messen der Flüssigkeiten dienen graduirte Mensuren von der Form Fig. 623 oder 624, welche in Cubic-Centimeter getheilt sind (1 cm Wasser = 1 g).

Um mit Sicherheit eine bestimmte Anzahl von Tropfen einer Flüssigkeit zu einer anderen hinzufügen zu können, bedient man sich der Tropfgläser oder -Flaschen.

Fig. 623.

Fig. 624.

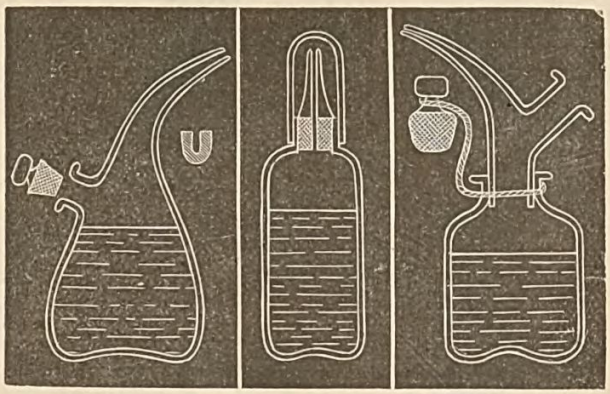


Fig. 625. Fig. 626. Fig. 627.

Fig. 628.

Tropfflaschen und -Gläser.

Die gewöhnliche Form der Tropfflasche ist die von Fig. 625 oder Fig. 627. Sobald der Stöpsel geöffnet ist, fliesst die Flüssigkeit durch Neigung der Flasche bei der Spitze tropfenweise aus. Mitunter findet sich auch die Form Fig. 626; kehrt man das Gläschen um und fasst die Flasche in die feste Hand, so wird durch die Handwärme die Luft ausgedehnt und treibt einen Tropfen um den andern durch die enge Röhre.

27) Gwenllian, Phot. News. 1860. Bd. 3, S. 378. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1860. S. 189.

28) Phot. News. 1860. Bd. 4, S. 24. Kreutzer's Zeitschr. 1860. S. 190.

Sehr beliebt sind Tropfgläschen von Fig. 628. Eine in eine Spitze ausgezogene Kugelröhre *b* reicht in das Fläschchen *c*; die Kugel ist oben mittelst eines darübergespannten Kautschukblattes verschlossen, welches beim Drücken und Loslassen die Flüssigkeit nach *b* saugt und beim Herausnehmen und neuerlichen Drücken die Flüssigkeit tropfenweise ausfliessen lässt.

Häufig rechnet man nach „gemessenen“ Tropfen. Es kommen nämlich ganz kleine Mensuren (etwa nach Art der in Fig. 624 abgebildeten) in den Handel, welche nach „Tropfen“ graduirt sind. Je 16 bis 17 Tropfen entsprechen 1 ccm Wasser.

Das Gewicht eines Tropfens ist kein constantes, weil es durch die Beschaffenheit der Ausflussmündung, die Capillarität, Temperatur, Cohäsion etc. beeinflusst wird.

Trotzdem benutzt der Photograph häufig der Bequemlichkeit halber bei seinen Recepten „Tropfen“. Die Grösse der Propfen variirt sehr; man kann annehmen, dass 15 bis 20 Tropfen destillirtes Wasser auf 1 ccm (= 1 g) kommen. In England ist ein Tropfen Wasser = 1 Minim und 17 Minims gelten gleich 1 ccm.

Nachstehende Tabelle gibt an, wie viel Tropfen verschiedener Flüssigkeiten auf 1 g kommen (nach Reveil, Handwörterb. der Chemie. 1861. Bd. 8, S. 1035):

Name der Flüssigkeiten Temperatur 15° C.	Gewicht eines Tropfens Gramm.	Zahl der Tropfen für 1 Gramm.
Wasser	0,0500	20
Salpetersäure	0,0370	27
Salzsäure	0,0500	20
Schwefelsäure	0,0350	28
Aether	0,0120	83
Essigäther	0,027	38
Alkohol von 86°	0,0160	62
Terpentinöl	0,0181	55
Ricinusöl	0,0225	44
Olivenöl	0,0212	47

Staats-Bibliothek Bamberg

Autoren-Register.

Abilgard 4. 23.
Abney 8. 20. 27. 36. 41. 44. 47. 48. 49. 50. 53. 56. 59. 64. 69. 201. 209. 298. 512. 513.
Adam 196.
Addenbrooke 354.
Adèle 468.
Aird 425.
Albert 8. 126. 478. 535.
Albertus Magnus 2.
Albites 430.
Alder 122.
Alfieri 429.
Angström 39.
Anthony 7. 283. 430.
Antoine 509.
Arago 1. 12. 463.
Arche 22.
Archer 7. 253. 260. 272.
Aristoteles 1.
Arnaudon 31.
Artus 23. 24.
Arzberger 411.
Asher 496.
Aubrée 110.
Audra 139.
Autotype-Photometer 179.
Auzoux 227. 246.
Axtmann 353.

Babbage 60.
Babo 105. 135. 136. 137.
Bacon 207.
Baden Pritchard. 108. 148.
Balard 21.
Baldus 412.
Balduin 143.
Balmain 145. 148
Bardy 105. 136. 508.
Baron 212.
Barton 441.
Bates 9.
Baton 484.
Battandier 21.
Baxendell 77. 84.
Bayard 66. 249.
Bazaine 71. 111.
Beale 140.
Beard 265.
Beccarius 3.
Beck 318.
Becquerel 9. 10. 15. 17. 18. 22. 23. 24. 34. 36. 43. 45. 49. 50. 56. 58. 64. 70. 97. 103. 143. 145. 147. 150. 165. 169. 196. 512.
Bedfort 111. 339.
Beisgen 35. 351.
Bell 14.
Bellio 540.
Belloc 74. 530.
Bender 522.
Bennett 8. 69.
Bérard 5. 12.
Bergmann 4. 23.
Bernhardt 185.
Berres 8.
Berry 208.
Berthiot 242. 263.
Berthollet 4. 14. 20. 158.
Bertsch 249. 272. 360. 389. 456.
Berzelius 20. 24.
Bestuscheff 2. 22.
Beuvière 8.
Bibra 26.
Bickell 390.
Bigelow 462. 477.
Bing 183. 186. 188.
Bing 19.
Blair 74.
Blanchard 468. 482.
Blanchère 517.
Blanquard-Evrard 7. 74.
Blow 33.
Blot 430.
Blunt 20. 21. 27.
Boca 348.
Böckmann 14.
Börnstein 34.
Böttger 15. 21. 22. 135. 136.
Boisen 197.
Boivin 22.
Bolas 111. 338. 361. 456.
Bolley 97.
Bolton 7. 22.
Bond 93. 95.
Bontemps 15.
Barlinetto 12. 20. 294.
Bottone 109.
Bouguer 98.
Boullay 23.
Bourfield 520.
Bow 20. 296.
Boyle 2.
Bradshaw 511.
Brande 17. 110. 135.
Breese 509.
Breeze 94.
Brice 201.
Bridge 401.
Brodie 27.
Brooks 140.
Brooman 412.
Brothers 126. 141.
Browns 508.
Brücke 103.
Brugnatelli 14.
Brulé 534.
Buchner 12.
Buchtel 388.
Budde 15.
Busch 208.
Buehler 207. 395. 402. 443. 457. 461. 465. 471. 479. 510.
Buksh 388.
Bunsen 5. 13. 16. 25. 68. 78. 88. 97. 99. 101. 103. 129. 150. 151. 155. 158. 175. 205.
Burattini 251.
Burgue 430.
Burnett 22. 23. 158. 162. 164. 168. 214. 297. 392.

Burton 94. 186. 216. 316.
Busch's Objective s. Rathenower Institut.
Busch's Medaillon-Apparat 402.
Buss 450.
Bussy 22.
Butterfield 540.

Cadett 325. 353.
Campbell 408.
Capron 43. 110.
Capronnier 20.
Carbutt 127.
Carl 126.
Carlevaris 132.
Carlemann 17.
Caron 131.
Carvalho 471.
Casciarolus 143.
Cauchoix 211.
Cellio 208.
Chapmann 73.
Chaptal 16.
Charconnet 221. 242. 245. 246.
Chardonnet 65. 67.
Chastaing 11. 17. 18. 19. 22. 23. 27.
Cherill 516.
Chevalier 1. 211. 217. 259. 266. 417.
Chevreul 19. 22. 24.
Civiale 378.
Clarke 60. 122. 378.
Claubry 10.
Claudet 7. 53. 74. 114. 142. 150. 174. 199. 206. 225. 294. 297. 394. 428. 450. 468.
Clausius 78.
Clement 317.
Clinedinst 358.
Cloëz 18.
Cocking 471.
Coglievina 153.
Cole 2.
Collins 338.
Conche 48.
Constant 74. 496.
Cornu 41. 85. 86. 294.
Corscaden 487.
Corvisart 23. 27.
Cossa 20.
Cox 140.
Cramb 425.
Creuzberg 24.
Crookes 38. 41. 45. 46. 48. 85. 93. 103. 124. 154. 195.
Cros 9. 51.
Cundel 294.
Cussons 94.

Daguerre 5. 35. 85. 146. 212.
Dallmeyer 207. 214. 215. 218. 224. 226. 227. 242. 254. 291. 300. 313. 449.
Darker 131.
Darlot 221. 264. 311.
Darval 317.
Darwin 145. 147.
Davanne 25. 512. 535. 537.
Davy 2. 506.
Dawson 470.
Dalamarre 110. 114. 121.
Deflubé 411.
Delessert 484.
Delezenne 531.
Derogy 242. 250. 261.
Dewar 197.
Deyrolle 361.
Dietzler 246.
Diguey 273.
Dippel's Oel 18.
Disdéri 356. 468.
Ditscheiner 39.
Döbereiner 21. 22. 24.
Dogson 520.
Dollond 210.
Donne 8. 16.
Dorat 500.
Dorthes 16.
Dougall 25. 169.
Dove 110.
Downes 20. 21. 27. 174.
Doyle 120.
Draper 5. 10. 12. 13. 14. 15. 19. 20. 22. 29. 38. 39. 43. 45. 48. 53. 54. 57. 95. 96. 102. 108. 150. 154. 155. 158. 162. 168. 212. 265. 468. 507.
Dreesen 181.
Drummond'sches Licht 16. 17. 128. 131.
Duboscq 12. 112. 403.
Dubroni 361. 432.
Ducos ou Hauron 9. 51.
Dufour 158.
Duhamel 2. 506.
Dujardin 111.
Dulk 23.
Dumas 6. 63.
Dunmore 95.
Durevell 21.
Dutkiewicz 118.

Ebelmen 22.
Eckel 118.
Edelmann 135.
Eder 1. 10. 13. 19. 20. 21. 22. 23. 25. 26. 27. 29. 33. 75. 146. 153. 154. 158. 168. 169. 185. 186. 508. 509. 511. 530.
Edison 108.
Edwards 360.
Egoroff 197.
Ehrmann 23.
Eich 478.
Eisenlohr 45.
Ellacot 535.
Ellerbeck 197.
Emerson 67. 208. 394. 453.
Enjalbert 408. 427.
Ettingshausen 217.
Eudoxia Macrembolitissa 2.
Evens 494.
Exner 38.

Fabre 16.
Faraday 15. 126.
Favre 15. 160.
Fehling 23.
Feretti 480.
Field 12. 20.
Fischer 12. 24. 25. 26. 275. 360.
Fizeau 6. 8. 53. 98.
Fletscher 132.
Fleury-Hermagis 169.
Fothergill 7.
Foucault 31. 53. 99. 249.
Fouque 1.
Forrest 93. 467. 394.
Fowler 169.
Foxlee 72.
Français 213. 221. 242. 246.
Frank 19.
Fraunhofer 37. 39. 279.
Fredriks 468.
Frey 15.
Fritsche 16.
Fry 7. 93. 323. 516.
Fürstenau 139.
Fulham 24.
Furnell 276.
Fyfe 45.

Gaenslin 72.
Gaiffield 15. 467.
Garella 412.
Garnier 111.
Garneri 150. 179.
Gasc 221. 242. 245. 246.
Gaudin 7. 66. 71. 110. 115. 114. 121. 135. 329. 507. 509.
Gauthier de Claubry 31.
Gay-Lussac 5. 16. 19. 20. 29.
Gehlen 22. 23.
Geissler'sche Röhren 109.
Geldmacher 126. 182. 402.
Gerland 20.
Gibbons 22. 27. 509.
Gillard 25. 72.

Gillo 497.
Gintl 22.
Girond 153.
Gladstone 103.
Glaisher 181.
Glauber 2.
Gliese 274.
Glover 7.
Goddard 260.
Goode 34. 110.
Goodyear 538.
Gordon 329.
Gough 470.
Grant 124. 128.
Grothus 22.
Grotkowsky 18.
Grove 10. 35.
Grubb 213. 281.
Grüne 17. 140.
Grundner 326.
Günther 74.
Gutzlaff 73.
Gwenlian 541.

Haack 133.
Hacket 365.
Hagemann 4. 18.
Hagenbach 144.
Halleur 297.
Hankel 34. 65. 176.
Hannay 103.
Hannington 332.
Hardwich 132. 421.
Harmer 93.
Harnecker 133.
Harrison 123. 131. 245. 249. 412.
Hart 124. 126.
Hartley 64.
Hartmann 62. 91.
Hartnup 93.
Harup 4. 23.
Haugk 72. 509.
Heath 323. 329. 370.
Heeren 174. 197.
Heid 113.
Heighway 506.
Heinrich 10. 25. 143.
Heliotyp-Photometer 186.
Hellot 3. 24. 27.
Helmholtz 38. 43. 63. 291.
Henderson 94. 149.
Hermagis 221. 242. 246. 257. 396.
Herschel 5. 9. 18. 19. 22. 24. 44. 46. 53. 57. 150. 174. 205. 468.
Heumann 15.
Highley 423.
Hill 128.
Hittdorf 14.
Hockin 324.
Hofmann 11. 17.
Holetschek 80. 355.
Holmer 94.
Honickel 182. 266.
Homolatsch 139.
Hopkins 470.
Horn 74. 98.
Horne 488.
Howells 93.
Huggins 93. 96.
Hughes 257.
Hughins 41.
Hunt 7. 10. 19. 23. 24. 25. 26. 27. 30. 36. 44. 46. 49. 60. 63. 65. 150. 151. 174. 205. 507. 509. 510. 512.
Huntington 64.
Husnik 8. 155.

Jackson 339. 340.
Jaffé 61. 483.
Jamm 221. 260. 352. 364.
Jamse 485.
Janssen 27. 85. 93. 96. 200. 329. 411.
Jarman 94. 109. 116.
Jensen 484.
Jodin 18.
Johannsen 24.
Johnson 412.
Jones 93.
Jontes Camera 371. 375.
„ Cassetten 372.
Jordan 150. 176. 205.
Joubert 331.
Joy 530.
Juch 24. 29.
Jule 428.

Karsten 10. 30. 35.
Kastner 12. 27.
Kayser 19.
Keates 154.
Kenett 8.
Kershow 277.
King 8.
Kinnear 369.
Klary 492.
Keffel 394. 448. 449. 529.
Knapp 15.
Knorr 10. 30.
Kobell 211.
Kolkow 469.
Kopp 21.
Kratochwila 17.
Krone 88. 90. 94. 107. 249.
Kronig 11.
Krüger 72. 207.
Kurtz 91. 473. 484. 497.

Laborde 18. 274.
Lallemend 14. 17.
Lambert 150. 300.
Landgrebe 10.
Landy 476.
Lanet de Limency 183.
Lang 535.
Lanny 29. 180.
Laoureux 33. 221.
Larkins 125.
Larriston 509.
Lassaigne 45.
Law 120.
Lea, Carey 8. 14. 16. 25. 26. 27. 51. 71. 74. 123. 132. 165. 207. 281. 301. 308. 510. 511.
Leahy 7.
Leborgne 110.
Lecher 86.
Lechi 265.
Leeds 18. 20. 104. 160.
Legray 7. 396.
Lehmann 274.
Lellan 106. 127. 135.
Lejeune 535.
Lemercier 18.
Lemling 107. 302.
Lemoine 21.
Lerebours 12. 18. 35. 295.
Leroux 127.
Leth 126.
Leverkühn 27.
Levi 519.
Levitzky 180.
Levol 17.
Leyde 468.
Liébert 118. 461. 476. 497.
Liesegang 35. 75. 112. 326. 416. 482. 511.
Limency 150. 183.
Link 10. 24.
Lipowitz 151. 164. 175.
Lloyd 182.
Lockyer 96.
Löscher 491.
Löscherer 73.
Löw 18. 20.
Löwig 20. 23.
Löwy 470. 476.
Lohse 53. 93.
Londe 344.
Lossen 106. 136.
Louch 520.
Lowe 153.
Lucenay 110. 114. 121.
Luckhardt 126. 470. 473. 475. 496.

Mabley 489.
Macpherson 18.
Maddox 8. 126.
Malagutti 63. 174. 176.
Malone 32. 111.
Malval 181. 198.
Malville 32.

Mann 332.
Marchand 11. 13. 22. 23. 57. 79. 88. 101. 150. 152. 162. 165. 205.
Maréchal 8.
Marey 408.
Marinier 430.
Markham 136.
Marowsky 33.
Martens 412.
Martin 66. 217. 411.
Marx 97.
Mason 332.
Mather 124.
Matheson 480.
Mathiot 281.
Maurolykus 210.
Maxime 108.
May 14.
Mayer 1.
Meagher 369.
Melchion 72.
Melhuish 359. 363. 369. 392.
Melloni 16.
Merk 27.
Merkes 480.
Mermet 137.
Meyer 4.
Millet 110. 257.
Millon 20. 21. 63.
Mitchell 274.
Mitscherlich 16.
Mohr 27.
Moginie 519.
Moitessier 113.
Molard 38.
Monckhoven 8. 23. 42. 45. 47. 109. 131. 132. 138. 162. 163. 181. 192. 197. 207. 218. 227. 461. 471. 515. 550.
Monfort 110.
Montagna 178.
Montizon 389.
Moren 18. 25.
Morrison 244. 245.
Moschini 18.
Moser 10. 27. 29. 33. 70. 93.
Moule 114. 121.
Mousson 207.
Müller 41. 43. 45. 48. 65. 101. 136.
Muklow. 188.
Murray 323. 329. 370.

Nachet 296.
Nadar 97. 110. 126.
Naja 484.
Naumann 195.
Navez 139.
Nedden 10. 35.
Neumann 4. 23. 207.
Newton 71. 428. 450.
Nicol 154.
Niepce J. N. 5. 8. 18.
Niepce de St. Victor 5. 7. 8. 9. 10. 18. 19. 22. 23. 26. 27. 30. 32. 34. 76. 162.
Nigg 522.
Narley 109.
Norman 273.
Noton 335.

Obach 149.
Obernetter 221. 314. 511.
Ogier 94.
Ost 110.
Othewill 360. 369. 389.
Otley 139.

Panuce 207.
Parrot 14.
Pasteur 27.
Paté 417.
Peak 20.
Pelargi 21.
Pellat 34.
Pelletier 24.
Peligot 15.
Pelouze 15.
Pennington 544.
Penny 323.
Percy 64.
Perntner 79. 85.
Petsch 126. 491.
Petit 16. 118.
Petschler 511.
Petzval 6. 207. 217. 248. 256. 368.
Pfaff 131.
Philipps 93.
Phipson 22. 143.
Piazzi 126.
Pickering 101.
Pierson 1. 396.
Pinaud 34.
Pizzighelli 8. 25. 27. 150. 155. 340. 390.
Planche 23.
Plant 127.
Plaut 368.
Plinius 1. 2. 15.
Poey 178.
Poggendorff 126.
Pohl 25. 97.
Poilly 432.
Poitevin 8. 21. 22. 45. 49. 50.
Pontins 508.
Ponton 8. 21.
Porro 93. 253. 259.
Porta 207. 210. 264.
Post 150.
Prasmowski 329.
Preserve 533.
Pretsch 8.
Proust 24.
Prosper 533.
Prümm 73. 75.

Quidde 33. 73.
Quinet 257. 272. 395.

Radau 150.
Rathenower Optisches Institut 213. 221. 225. 241. 247. 253. 257. 258.
Rayleigh 38. 209.
Reaumur 2.
Reffit 270.
Regnault 7. 183.
Reichardt 91.
Reinhold 207.
Reitlinger 151.
Relandin 282. 292.
Remelé 126.
Renault 17. 450.
Reutlinger 476.
Reveil 542.
Reynolds 22. 57.
Richard 73.
Riche 25. 105. 136.
Richter 15.
Ritchié 198.
Ritter 11.
Rodriguez 111.
Roger 110.
Roggerson 35.
Rolerston 411.
Roloff 35.
Ronzelen 118.
Rood 34. 66. 110.
Roscoë 5. 13. 15. 16. 25. 69. 77. 84. 85. 87. 97. 99. 103. 124. 151. 156. 158. 175. 177. 205.
Rosenfeld 17.
Ross 222. 247. 253. 256. 311. 351. 412.
Rouch 353. 369. 520.
Roussin 22. 23.
Rüdorff 153.
Rulofson 476.
Rumford 24. 29.
Russell 7.
Rutherford 43. 93. 95.

Sage 15.
Sahler 26.
Saint-Florent 9.
Sale 196.
Salmon 17.
Salomon 122. 471. 496.
Salvin 343.
Saussure 4. 20. 158.

Sawyer 186.
Sayce 7. 449.
Scanlan 23.
Schall 175.
Scheele 4. 20. 24.
Schilling 150.
Schlegel 140. 149.
Schönbein 17. 22. 23.
Schönn 64. 65.
Schoras 22.
Schmid 23.
Schmidt 146.
Schnauss 21. 24. 26. 34. 135. 136. 147. 440.
Schnitzer 249.
Schrank 19.
Schrötter 14. 15. 17. 103. 147.
Schübler 19.
Schuller 412.
Schultz-Sellack 13. 15. 16. 17. 25. 26. 45. 46. 48. 50. 69. 71. 95.
Schulze 2. 24.
Schumann 140.
Schwarzschild 391.
Schweinsberg 21.
Schwendler 154.
Schwier 83.
Scotellari 72. 298. 469.
Scott 485.
Seco 139.
Seebeck 5. 9. 14. 16. 20. 49.
Seecamp 23.
Secchi 93.
Secretan 295. 305.
Sell 97. 137.
Seely 19.
Séguier 364. 428.
Seifert 195.
Sellack s. Schultz-Sellack.
Sellers 533.
Sennebier 4. 9. 18. 24. 27.
Senteck 140.
Sestini 27.
Shadboldt 385. 465.
Shepherd 369.
Shew 422.
Sidot 21.
Siemens 14. 104. 195.
Silbermann 15. 16. 160.
Silliman 34. 110.
Silva 75.
Silvy 127. 480.
Simpson 7. 94. 467. 468.
Skaife 342. 404. 524.
Slater 262.
Smart 522.
Smyth 126. 162. 295. 329. 423.
Soleil 198.
Sommer 207.
Sommerville 19.
Soret 63.
Southworth 404.
Spencer 186.
Splittberger 15.
Spiller 25. 136. 181. 209. 298. 353.
Spink 342.
Spurge 186.
Stagel 118.
Stebbing 105.
Stefanowski 187.
Stein 36. 97. 130. 134. 150. 336. 432. 511.
Steinheil 17. 211. 227. 250. 264. 265. 267. 284. 289. 296. 301. 449. 450.
Stelling 78. 88. 178.
Sternfeld 187.
Stone 294.
Stolze 155. 203. 267. 269. 275. 293. 311. 314. 328. 336. 351. 394. 420. 459. 468. 481.
Storer 66.
Strutt 38.
Suckow 11. 22. 23. 24.
Sugg 120.
Susse 463.
Suter 242. 303. 305.
Sutherland 12.
Swan 19. 108. 182. 183.
Swindern 18.
Symons 91.

Talbot 6. 8. 17. 21. 25. 26. 45. 110. 326. 369.
Talbot in Berlin 268.
Taupenot 7. 47. 439.
Taylor 128. 131. 188.
Tenac 143.
Testelin 33.
Thénard 5. 16. 19. 20. 21. 29. 32.
Thessier du Mothay 8. 131. 143.
Thomson 407. 408.
Thornwhaite 488.
Thouret 112.
Thorpe 86. 151.
Tieftrunk 97.
Tommasi 25.
Tóth 19. 20. 508. 511. 520.
Torrosiewicz 18. 20. 506.
Townson 212. 294.
Trail Taylor 131.
Trommsdorff 27.
Troost 127.
Tyndall 27.

Valenta 22.
Valentin 332.
Van der Weyde 116. 122.
Vasalli 93.
Vauquelin 8.
Verdet 38.
Vickers 353.
Vidal 29. 61. 75. 149. 152. 195. 198. 424.
Vidal's Photometer 190.
Vierordt 60. 101. 103.
Vignoles 450.
Villaume 432.
Vincent 148.
Vinci, Leonardo da 207.
Vitruvius 1. 2. 15.
Vogel, A. 12. 14. 17. 18. 19. 21. 22. 23. 25. 147. 174.
Vogel, F. 506.
Vogel, H. C. 51. 102.
Vogel, H. W. 8. 10. 13. 20. 21. 22. 24. 25. 26. 28. 33. 36. 42. 45. 46. 47. 50. 51. 60. 61. 71. 86. 97. 103. 104. 107. 110. 125. 126. 127. 138. 163. 181. 183. 318. 328. 367. 389. 461. 472. 491. 508. 510. 529.
Vogel's Scalenphotometer 184. 189.
Vogel's Röhrenphotometer 189. 202.
Voigtländer 6. 217. 358.
Volpicelli 35.

Wächter 204.
Waidele 10. 30.
Wall 450.
Waller 496.
Wanaur 380.
Wane 471.
Warner 18.
Warnerke 145. 147. 150. 155. 167. 201. 385. 392. 301.
Warnerke's Photometer 195.
Warnerke's Sensitometer 20.
Warnerke's Dreifuss 385.
Warnerke's Rollcassetten 392.
Warren de la Rue 93. 95. 96. 385.
Wartmann 12.
Waterbury-Lenses 214.
Waterhouse 53. 51. 54. 120.
Waterhouse-Blenden 272.
Way's Lampe 109.
Wedgewood 4. 24. 507.
Wehl 441.
Weiler 24.
Weiske 430.
Weissenborn 185
Werge 72.

Wetzlar 24. 25.
Whipple 93. 95. 96.
Wicke 21.
Wiesner 20.
Wigham 120.
Wight 33. 331.
Wild 86.
Wilde 8.
Willat 369.
Williams 140. 326.
Willis 113.
Wilson 10. 154. 461.
Window 401.
Windstanley 136.
Winter 113.
Wittstein 25. 27.
Wittwer 20. 158.
Wöhler 17.
Wollaston 4. 11. 18. 211.
Woodbury 104. 111. 132. 146. 370.
Woodbury's Photometer 181.
Woolcot 494.
Woods 162. 163.
Woodward 113.
Wortley 73. 90.
Wortley's Sensitometer 201.
Wright 25. 176. 179.
Wüllner 143.
Wyler 73.

Young 124.

Zantedeschi 11. 294. 511.
Zenger 265.
Zenker 9. 49.
Zentmayer 207. 251.
Ziegler 439.
Zier 18.
Zinken 207.
Zöllner 95. 154. 195.
Zschokke 351.

Sach-Register.

Abkühlung des Ateliers 470.
Absorption, optische und chemische 13.
— von actinischen Strahlen 63. 66. 77. 467. 468.
— Zusammenhang mit der chemischen Lichtwirkung 13. 14. 16.
Abstäuben der Matrizengläser 531.
Abweichung, chromatische 209. 292.
— sphärische 283.
Achromatismus 210. 294.
Actinische Strahlen 37.
— — Absorption durch farblose Medien 63. 77. 467. 468.
— — Absorption durch gefärbte Medien 58. 512.
— — Abhängigkeit von der Witterung 77.
Actinismus = chemische Wirkung des Lichtes.
Actinograph 150.
Actinometer 150.
Aether, Oxydation im Lichte 18.
Aktinismus s. Actinismus.
Albumin, im Negativ-Verfahren 7.
— Bleichung im Lichte 104.
Albuminpapier, Einführung 7.
Alcannaroth 20.
Aldehyd, Lichtempfindlichkeit 18.
Alkalischer Pyrogallol-Entwickler 7.
Allyljodid, Lichtempfindlichkeit 27.
Ammoniak, Räucherung der Negativplatten 7.
— als Plattenputzmittel 530.
— -Gummi, Lichtempfindlichkeit 18.
Amphytypprocess 326.
Amylnitrit 27.
Anfangswirkung des Lichtes 68. 71.
— — s. auch Induction.
Anilinfarben, Lichtempfindlichkeit 20.
— für Dunkelzimmer 509. 514.
Animae-Gummi 18.
Anstrich des Ateliers 471.
Antimon, Lichtempfindlichkeit 17.
Antiplanet 237.
Antitypie 150.
Anthracenblau 20.
Aplanate 227. u. ff. 264.
Aplanatische Objective im Allgemeinen 283.
— — Einstellen damit 452.
Aplanétique 241.
Arsen, Lichtempfindlichkeit 17.
— und Kalilauge, Lichtempfindlichkeit 17.
Arsenige Säure, Lichtempfindlichkeit 17.
Asphalt 5. 8. 18.
— Lichtempfindlichkeit 5. 8. 18.
— — Steigerung derselben 76.
— -Lack für Tassen und Cuvetten 538.
Astigmatismus 283.
Atelier, Anlage und Einrichtung 461. 465.
— mit künstlichem Licht 113.
— Objective und Camera im 322.
— Verglasung 467.
— blaue Gläser im 468.
— Ventilation 470.
— Heizung 470.
— Anstrich 471.
— Gardinen 490.
— Neigung des Glasdaches 473.
— Höhe desselben 472.
— transportables.
— drehbares 484.
— für Reproduction von Zeichnungen 485.
Atmosphäre, Durchsichtigkeit für chemische Strahlen 77 u. ff.
— Störungen durch Wallungen in der 90.
Augenlinse 246.
Aurin für Dunkelkammerfenster 508. 514.
Aussichtsmesser 439.
Auszug der Camera 363. 365.
Automatische Camera.
Autepolygraph 424.

Balg-Camera 364.
Beleuchtung im Atelier 461.
— chemische 98.
— Schirme 463. 476. 492.
— Gardinen 490.
— künstliche, s. künstliches Licht.

Belichtungszeit, Berechnung der 316.
— s. auch Expositionszeit.
Bengalisches Weissfeuer 106. 107. 134.
Benzin, Lichtempfindlichkeit 18.
Benzol und Natrium, Lichtempfindlichkeit 18.
Berberitzenholz 19.
Bergkrystall s. Quarz.
Berlinerblau, Lichtempfindlichkeit 22.
Berührungsbilder 29. 33.
Beugungs-Erscheinungen der actinischen Strahlen 12.
— -Spectrum 38.
Bewölkung, Einfluss auf die chemische Lichtkraft 87.
Bildgrösse, Bestimmung 291.
— Zusammenhang mit der Entfernung und Brennweite 302.
Bildmesser 439.
Bittermandelöl, Lichtempfindlichkeit 18.
Blasebalg für die Camera 365.
Blattgrün 20.
Blattroth 20.
Blattgelb 20.
Blaue Gläser für Objective 293.
— — im Atelier 463. 468.
— Camera s. Camera.
— vergl. Farbstoffe, Gläser etc.
Blei, Oxydation am Licht 17.
— -oxyd 17.
— -superoxyd 23.
— -sulfid 17.
— -jodid 23.
Blenden bei Objectiven 269.
— farbige für Nebenbelichtung 72.
— s. Schirme.
Blumenfarbstoffe 19.
Bodenbrett der Camera 366. 370.
Brasilienholz 19.
Brechbarkeit des Lichtes durch Prismen 37.
Brennpunkt, chemischer 294.
— optischer 294.
— vergl. Focus.
Brennweite, Einfluss der Blenden auf die 274. 448.
— Bestimmung derselben 287. 300.
— Einfluss auf die Lichtkraft der Objective 300.
Brett für Objective 365.
Bromwasser, Lichtempfindlichkeit 20.
Büchsen-Photometer 179.

Camera obscura 207.
— photographische 207. 257.
— richtige Stellung des Objectives an der 308.
— Beschreibung derselben 357 u. ff.
— Kasten- 357.
— Balg- 364.
— Aufstellung derselben 446.
— Prüfung 456.
— Schwärzung etc. 457.
Camera, weisse 73.
— blaue 74.
Cammée-Apparat 403.
Campecheholz 19.
Campher, Lichtempfindlichkeit 16.
Carcellampe 154.
Carmin, Lichtempfindlichkeit 20.
Carton-Cassetten 372. 390.
— -Tassen 401.
Cassetten 367. 372. 387.
— verschiebbare 395.
— -Differenz 457.
Chercheur photographique 439.
Chininsalze, Lichtempfindlichkeit 27.
— Absorption für actinische Strahlen 64.
— für Dunkelkammer-Fenster 512.
Chlor, Lichtempfindlichkeit.
— Einwirkung auf organische Substanzen im Lichte 19.
— -wasser 4. 20.
— — als Photometer 158.
— -knallgas 5. 16. 155.
— — -Photometer 155.
— -silber, Entdeckung der Lichtempfindlichkeit 3.
— — Verhalten gegen das Spectrum 4. 5.
— — -Collodion 7.
— — -Gelatine 8.
— — -Papier als Photometer 174.
— -Kalk 21.
— -ige Säure 21.
Chlorophyll 20.
Chromatische Abweichung s. Abweichung.
Chromate, Lichtempfindlichkeit. 21. 56. 75.
Chromat-Gelatine etc. 8. 21. 56. 75.
— — Copiren auf, bei electrischem Lichte 104.
Chromchlorid-Licht 138.
Chromsaure Salze 21. 56. 75.
— — Verhalten gegen das Spectrum 56.
Chromsaures Kali für Dunkelkammer-Fenster 509.
— — zum Reinigen der Glasplatten 528.
Chrysoïdin für Dunkelkammer-Fenster 508. 514.
Citronenöl, Lichtempfindlichkeit 18.
Collodion-Verfahren, Entdeckung 7.
— -Platten, nasse, Verhalten gegen das Spectrum 44. 45. 47. 54.
— — — Intensität des Bildes 69.
— — trockene, Erhöhung der Empfindlichkeit 51.
Combinirte Porträt- und Landschafts-Linsen 246.
Cometen 95.
Compositions-Camera 411.
Contact-Bilder 29.
Concave Linsen 209.
Concav-convexe Linsen 209.
Convexe Linsen 209.

Convex-concave Linsen 209.
Copiren bei electrischem Licht 104.
— Einfluss der Farbe der Matrizengläser beim 66.
Corallin als Sensibilisator 51.
— für Dunkelkammerfenster 500. 508.
Creosot, Lichtempfindlichkeit 18.
Curcuma, Lichtempfindlichkeit 19.
— für Dunkelkammerfenster 509.
Cuvetten 537.
— -Taucher 540.

Daguerre 5.
Daguerreotypie 6. 26. 44. 53.
Daguerreotyp-Camera 358.
— -Platten ätzen 8.
— Entwickelung des Bildes in der Camera 428.
— Wirkung des Spectrums 44. 53.
Dedectiv-Camera 316. 456.
— — Verschluss dazu 338.
Desoxydation im Lichte 20 u. ff.
Diamant zum Glasschneiden 527.
Diaphragmen 269.
Diffractions-Spectrum 38.
Dippel's Oel, Lichtempfindlichkeit 18.
Dissociation im Lichte 25.
Doppel-Brechung des Quarzes 41.
Doppel-Cassetten 391.
Drachenblut für Dunkelkammer-Fenster 509.
Dreifuss fur die Camera s. Stativ.
Drillings-Cassetten 394.
Drummond'sches Licht 97. 102. 128. 130.
Dunkelheitsmesser 312.
Dunkelkammer, Einrichtung 505 u. ff.
— -Fenster 506 u. ff.
— Ventilation 516.
— transportable 518.
— Combination mit der Camera 428.
Dunkelwagen 517.
Dunkelzelt 517.
Durchlässigkeit verschiedener Medien für chemische Strahlen 60. 65.
Dynactinometer 150.

Ebonit-Tassen 537.
Egalisateur des Foyers 225.
Einheit für Photometrie 154.
Einlage-Rahmen 388. 459.
Einstellen in der Camera 393. 448. 451. 454. 457.
— Einfluss der Blende beim 274. 448.
Einstell-Loupe 451.
— -Glas 397.
Eis, Durchsichtigkeit für chemische Strahlen 65.
Eisen-Chlorid, Lichtempfindlichkeit 2. 22. 57. 62.
— -Vitriol als Entwickler 7.
— — Oxydation im Lichte 17.
— -Oxalat als Entwickler 8.
Eisen-Oxydulhydrat, Lichtempfindlichkeit 17.
— -Oxyd, oxalsaures 22. 57. 62.
— — — als Photometer 162.
— — citronensaures 22. 57. 62.
— -Rhodanid 22.
Eisensalze, Verhalten gegen das Licht 17. 22. 162.
— — — — Spectrum 57. 62.
— als Photometer 162.
Eisen-Träger für das Atelier 470.
Eiweiss s. Albumin.
Electricität, Entstehung durch Licht 34.
— Zusammenhang mit dem Licht 34.
— Wirkung auf photographische Schichten 34.
— Steigerung der empfindlichen photographischen Platten durch 35.
Electrische Photometer 195.
Electrisches Licht 97. 104. 108. 114.
— — Photographie bei demselben 108. 114.
Electrischer Moment-Verschluss 337.
Electro-chemisches Actinometer 196.
Electrographie 35.
Empfindlichkeitsmesser s. Sensitometer.
Emulsion, Geschichte 7.
Entwickelung des latenten Bildes 5. 26.
— physikalische, durch Anziehung 26.
— chemische, durch Reduction 27.
Entwickelungs-Behälter 517.
— -Dunkelkasten 429.
Euryscop 241. 242.
Expositionszeit, Bestimmung mittelst Photometer 197.
— Abhängigkeit von Objectiv und Gegenstand 300. 315.
Extinction des Lichtes 13.
Extinctions-Coëfficient 13.

Fall-Apparat als Moment-Verschluss 319.
— — Bestimmung der Belichtungsdauer 355.
Farben, Wiedergabe durch die Photographie 60. 62. 316.
Farbenzerstreuung 293.
Farbige Gläser 58. 65. 507.
— Linsen 297.
Farbstoffe, Lichtempfindlichkeit 19.
— als Sensibilisatoren 50.
— Wirkung in der Photographie 60.
Fata morgana, Photographie des 91.
Fehling'sche Lösung, Lichtempfindlichkeit 23.
Ferridcyankalium 22.
Ferrid-Salze, s. Eisenoxyd-Salze.
Ferrocyankalium 22.
— mangan 22.
Ferro-Salze s. Eisenoxydul-Salze.
Ferrotyp-Apparate 402.
Fette, Lichtempfindlichkeit 18.
Fixiren 4. 6.
Fixirnatron 6.

Fixsterne, Photographie der 95.
Flinte, photographische 408.
Flintglas 64.
— vergl. auch Objective.
Flüssigkeiten in hohlen Glas-Linsen.
— Durchlässigkeit für actinische Strahlen 63.
Flussspath, Photo-Electricität 34.
— Durchlässigkeit für actinische Strahlen 65.
— für Linsen 294.
Focimeter 297.
Focus-Brennweite.
— -Tiefe 288. 289. 456.
— -Differenz 293. 296.
— chemischer 293.
Formate der Matrizen-Gläser 527.
Foyer chimique 294.
— optiqne 299.
Fraunhofer'sche Linien 37.

Gallo-Silbernitrat 6.
Galvanischer Flammenbogen 98. 109.
Galvanismus, Zusammenhang mit Licht 34.
Gardinen im Atelier 490.
Gas-Licht s. Leuchtgas.
Geissler'sche Röhreen 109.
Gelatine, Absorption für Ultraviolett 65.
— als Beschleuniger von Lichtzersetzungen 21. 22. 27.
— Phosphorescenz 33. 143.
Gelatine-Emulsion 7. 33. 75.
— — Verhalten gegen das Spectrum 46. 50.
— — Nachbelichtung 74.
— — Intensität der Bilder darauf 69.
Gelbes Glas für die Dunkelkammer 507u. ff.
Gemälde-Reproduction, Vorrichtungen dazu 489.
Gesichtsfeld-Winkel 289.
Gestell für Platten 531.
Gitter-Spectrum 38.
Gläser, farbige 58. 507.
— schwarze für Flaschen 506.
— Absorption der actinischen Strahlen durch 65. 506.
— blaue im Atelier 468.
Glanz, chemischer 98.
Glas, Veränderung im Lichte 15. 302.
— -Platten für Matrizen 526.
— — reinigen 528.
— -Cuvetten 539.
— -Tassen 537.
— -Dach des Ateliers 467. 472.
— -Haus s. Atelier.
Globe-Lens 241. 245.
— — = Kugel-Linse.
Glühende Körper, Licht derselben 102.
— Platindraht als Normallicht 154. 204.
Glühlicht, electrisches 108. 109.
Gold-chlorid 24.
— -oxyd 24.
— -solution 2.
Goldbad für Daguerreotypen 7.
Graduateur des rapports 191.
Graphitsäure, Lichtempfindlichkeit 4.
Grösse des Bildes s. Bildgrösse 303.
Grüne Pflanzentheile 1. 63.
Grünes Licht in der Dunkelkammer 511.
Gruppen-Aplanat etc. s. Aplanat.
— -Aufnahme, Wahl der Objective für 312.
Guajac, Lichtempfindlichkeit 4. 18.
Guillotine-Apparat 329.
Gummigutti 18. 509.

Hacken für Cuvetten 540.
Hämatoxylin, Lichtempfindlichkeit 27.
Hartglas beim Atelier-Dach 467.
Hartgummi 538.
Harze, Lichtempfindlichkeit 4. 18.
Hauchbilder 29.
Heizung des Ateliers 470.
Heliograph 156.
Heliogravure 8.
Heliopictor 433.
Helioscop 443.
Helligkeit, chemische und optische 37. 98. 101.
— der Linsen s. Lichtkraft.
Hemisphärische Kugel-Objective 264.
— Objective s. auch Kugel-Objective.
Hintergründe 492.
Hyacinth, Lichtempfindlichkeit 15.
Hyalithgläser 506.
Hyposulfit s. Fixirnatron.

Jahreszeiten, Einfluss auf die Lichtintensität 88.
Jalousie-Cassetten 367. 390.
Iconometer 439.
Indigo-Lichtempfindlichkeit 19.
Induction, photochemische 16. 68.
Infusorien-Erde als Plattenputzmittel 530.
Intensität des Lichtes bei verschiedener Witterung 77.
— — — und die Sonnenhöhe 78.
— — — Schwächung durch die Atmosphäre 78.
— des photographischen Bildes und Dauer der Lichtwirkung 25. 69.
Interferenz der chemisch wirksamen Strahlen 12.
Jod-ammonium 21.
— -kalium 21. 162.
— -blei 23.
— -silber 15. 44. 54.
— -wasser 20.
— -wasserstoff 20. 158.
Judenpech s. Asphalt 5.

Kalk-Licht 97. 102. 104. 128. 132.
Kamera s. Camera.
Kassetten s. Cassetten.
Kasten-Camera 357.
Kautschuk, Lichtempfindlichkeit 19.

Kerzenlicht, photographische Wirkung 98. 99. 138.
Kieselguhr zum Plattenputzen 530.
Klappen-Verschluss für Objective 323. 350.
Klima und chemische Lichtintensität 77.
Knallgas-Gebläse s. Kalk-Licht.
Kobaltglas 59.
Koffer, Camera als 370.
Kohlenoxyd und Chlorgas 158.
Kohlensäure, Licht-Absorption durch 86.
Kometen 95.
Kopf-Halter 502.
— -Schirm im Atelier 492.
Kreosot 18.
Krystallisation, Einfluss des Lichtes auf 16.
Kugelobjectiv 245.
Kupfer, chlorirt, bromirt oder jodirt 17.
— -Chlorid 23.
— -Chlorür 17.

Laboratorium des Photographen 505.
— combinirt mit der Camera 428.
Laboratoire révélateur 430.
Lakmus, Lichtempfindlichkeit 19.
Lampe für die Dunkelkammer 512.
Landschafts-Aufnahmen bei verschiedenem Licht 81. 317.
— — Einstellen dabei. 451. 455.
— — Objective dazu 312. 456.
— -Linse 211. 214.
— — combinirt mit Porträt-Linsen 256.
— -Aplanat 231. 264.
— -Camera 366. 371.
Laterne für die Dunkelkammer 512.
Leinölfirniss, Lichtempfindlichkeit 18.
Lensfinder 441.
Lentiforme d'oeil 246.
Leuchtgas zu photographischen Aufnahmen 98. 102. 120. 140. 142.
— zum Kalklicht 98. 132.
Leuchtkraft 98.
Leuchtstein 2. 143.
Licht, künstliches 97.
— — optische und chemische Helligkeit 97. 100.
— — Spectrum 102.
— unsichtbares nach Moser 29.
— Schwächung in der Atmosphäre 77. 78.
— -Intensität, Verhältniss zur photographischen Schwärzung 24.
— — Tabelle.
— -Schirm über der Camera 324. 449.
— -Blenden 275.
— -Sprecher 14.
— -Fleck bei Objectiven 300.
— -Kraft bei Objectiven 142. 206.
Linsen, Eintheilung 209.
— photometrische Prüfung 206.
— einfache als Objective 210. 211. 214.
— Beschaffenheit derselben und ihrer Fassung 279.
Linsen, Reinigung 280.
— Prüfung 280.
— farbige 297.
— Wahl derselben 310.
— Lichtkraft 316.
Lithionlicht 510.
Loch-Camera 207. 209.
Loupe zum Einstellen 451.
Lucimeter 150. 183.
Luft-Absorption des Lichtes in der 77 u. ff.
— Wallungen derselben s. Vibrotypen.
— vergl. auch Atmosphäre.
Luftspiegelung 91.
Luxograph 122.

Magentaroth für Dunkelkammer-Fenster 509.
Magnesia, für Drummond'sches Licht 131.
Magnesium, als Normal-Licht 154.
— -Licht 98. 104. 106. 123. 174.
Manganoxydulhydrat, Lichtempfindlichkeit 17.
Mastix 18.
Matrizen-Gläser 526.
Matte Scheibe 393.
Medaillon-Apparat 402.
Meniscus als Linse. 209. 212.
Mensuren 541.
Mess-Gefässe 541.
— -Tisch, photographischer 417.
Metall-Camera 359. 360. 369.
Meteorologie und Photographie 77.
— und Photometrie 205.
Microphotographie bei künstlichem Licht 113.
Mineralöl, Lichtempfindlichkeit 18.
Molybdänsäure, Lichtempfindlichkeit 22.
Moment-Aufnahmen, Wahl der Objective 313.
— — Expositionszeit 318. 326.
— — bewegende Gegenstände 319.
— -Verschluss 322 u. ff.
— — Bestimmung der Geschwindigkeit 3. 53.
Mond-Photographie 92.
Mondscheinbilder 94.
Monochromatisches Licht 510.
Monumente, Objective zur Aufnahme derselben 312.
Morphin als Sensibilisator 51.
Moser'sche Lichtbilder 29.
Moule's Photogenic Composition 134.
Multiplet-Objectiv 262.
Multiplicator-Camera etc. 394.
Multiplying-Camera 400.

Nachbelichtung 70.
Nacht-Atelier 113.
Natrium-Licht 510.
Nebel, Einfluss auf die Insensität des Lichtes 87.
— -flecken, Photographie der 95.
Nebenbelichtung 70.

Negative Wirkung des Lichtes 53.
Negativ-Papier, Cassetten dazu 392.
Nickelsulfat, Krystallisation im Licht 16.
Nitrocuminsäure 27.
Nitroprussidnatrium, Lichtempfindlichkeit 22. 506.
— als Photometer 173.
Normal-Licht für Photometrie 151.
— -Färbung für photometr. Silberpapier 174.

Objectiv orthopanactinique.
Objective 6. 206.
— Beschreibung derselben 207 u. ff.
— richtige Stellung in der Camera 308.
— Prüfung 208.
— Bestimmung der Lichtkraft 316.
— Verschluss für 322.
— Brett für 365.
Oele, fette 18.
— mineralische 18.
— Dippel's 18.
Olivenöl, Lichtempfindlichkeit 18.
Orientirer 441.
Orseille 19.
Orthoscop 248.
Oxalsäure, Lichtempfindlichkeit 4. 27.
— als Photometer 174.
Oxydation im Lichte 17. 56.
Oxy-Hydrogen-Gebläse s. Kalklicht 133.

Panorama-Camera 411.
— -Linsen 251.
Pantoscop 244. 247.
Papier, Chlorsilber-, als Photometer 174.
— Silbernitrat, als Photometer 174.
Papiermaché-Tassen 537.
Pech, Lichtempfindlichkeit 19.
Periscop 250.
Petroleum, s. Oele, mineralische.
— -Licht 98. 138. 140.
Pflanzen, -Wachsthum durch künstliches Licht 104.
Phenol, Lichtempfindlichkeit 18.
Phosen 16.
Phosphor, Lichtempfindlichkeit 14.
— -Licht 135.
Phosphorescenz-Licht 143. 155. 193.
Phosphorographie 146. 193.
Phosphorwasserstoff, Lichtempfindlichkeit 21.
Photantitypimeter 150. 165.
Photen 16.
Photergimeter 150. 179.
Photochromie 9.
Photogalvanographie 8.
Photogène 7.
Photographie bei künstlichem Licht s. Licht.
— in natürlichen Farben 9.
Photographometer 199.
Photometrie 150 u. ff.
Photometrie der chemisch wirksamen Strahlen 150 u. ff.
Photophon 14.
Photogen 329.
Pigmente, photographische Wirkung 60.
Pigmentprocess, Vorbelichtung beim 75.
Pikraminsaures Ammoniak 509.
Pistolen-Camera 404. 524.
Pistolograph 404. 524.
Pläne, Reproduction von s. Reproduction.
Planconcave Linsen 210.
Planeten-Photographie 95.
Platinsalze, Lichtempfindlichkeit 24.
Plattengrösse, welche ein Objectiv giebt 291.
— -Formate, gebräuchliche 527.
— -Gestell 531.
— -Kasten 534.
— -Putzen 529.
Pneumatische Plattenhalter 535.
— Moment-Verschluss 325. 330.
Polarisation der chemisch wirksamen Strahlen 12.
Poliren s. Reinigen und Putzen.
Polyconograph 403.
Porcellan-Tassen 537.
— Absorption des Lichtes durch 66.
Porträt-Objective 6. 217. 224. 225. 234.
— — combinirt mit Landschafts-Objectiven 256.
— — Wage derselben 310.
Porträt-Antiplanet 237.
— -Aplanat 234.
— -Atelier s. Atelier.
— -Aufnahmen 310.
— — Verschluss für Objective dazu 322.
— — Stellung der Camera 447.
— — im Freien 463.
Positiv-Process, Geschichte 6.
— — Wirkung des farbigen Lichtes 46. 49. 75.
— — Färbung des Papieres in Beziehung zu Lichtintensität 70.
Präservative, Wirkung auf die Farben-Empfindlichkeit der Trockenplatten 50.
Prismen zur Umkehrung des Bildes 266.
Prüfung der Objective 280.
— der Camera.
— der Objectiv-Verschlüsse.
— des Dunkelkammer-Fensters.
Pult-Atelier 474.
Purpurin 20.
Purpurschnecke 2.
Putz-Brett 530.
— -Ballen 530.
— -Rahmen 530.
— -Maschine 531.
Pyrogallus-Entwickler 7.

Quarz-Prismen zum Spectral-Apparat 41.

Quarz, Durchlässigkeit für actinische Strahlen 65.
— -Linsen 41. 67. 294.
Quecksilber-Salze, Lichtempfindlichkeit 4. 17. 23. 24.
Quecksilber-Oxalat-Photometer 169.
Quinetoscop 395.

Radiometer 195.
Rahmen s. Einlegerahmen.
Rapid-Rectilinear 244.
Ratio-Lens 244.
Rayons-continuateurs 70.
— -excitateurs 70.
Realgar 15.
Rectilinear 243.
Reflex-Licht im Objectiv 298.
— -Schirm im Atelier 116. 463. 492.
Reflexions-Prismen 266.
— -Spiegel 264. 267. 495.
Refractions-Spectrum 36.
Reinigen der Matrizen-Gläser 528.
— der Objective 280.
— des Atelier-Daches.
— s. auch Putzen.
Reise-Camera 259. 368. 427.
Reproductions-Aufnahmen, Camera für 385.
— — Objective für 310.
— -Atelier 485.
— Vorrichtungen dazu 488.
Revolver, photographischer 407.
— Revolver-Camera 375. 424.
Rheinisches Glas 526.
Röhren-Photometer 188.
Roll-Cassetten 392.
Rothes Glas 57. 506.
— — bei Nebenbelichtung 71.
— — in der Dunkelkammer 506.
Rothspiessglanzerz, Lichtempfindlichkeit 15.
Rotirende Moment-Verschlüsse 336.
— Panorama-Camera 413 u. ff.
Rubinglas 59. 514.

Safflor 19.
Safran 19.
— -decoct für Dunkelkammer-Fenster 509.
Salpeteräther, Zersetzung im Lichte 4. 27.
Salpetersäure, Zersetzung im Lichte 20.
— zum Plattenreinigen 529.
Sammellinse 209.
Sandarak, Lichtempfindlichkeit 18.
Santonin, Lichtempfindlichkeit 27.
Säurebad zum Reinigen der Platten 528.
Sauerstoff-Alkohol-Licht 133
— Erhöhung der Wirkung des, im Licht 17.
— -Petroleum-Licht 143.
Scalen-Photometer 183.
Scenograph 361.
Schärfe des Bildes 450.
Schärfe, mangelhafte s. Fehler der Objective.
Schieber-Moment-Verschluss 329.
Schirm s. Lichtschirm.
— Beleuchtungs-, für das Atelier 463. 492.
Schleifstein zum Abrändern der Platten 527.
Schlitten für die Camera 366.
Schwefel, Licht verbrennender 105. 136.
— -haltige Feuerwerkssätze 105. 106. 107.
— Lichtempfindlichkeit 14.
— -Kohlenstoff, Lichtempfindlichkeit 21.
— — brennend in Stickoxyd 17. 137.
— -Phosphor, Lichtempfindlichkeit 21.
— -Quecksilber 15.
— -Wasserstoff 17.
— -Blei 17.
— -Natrium 17.
Schweflige Säure, Lichtempfindlichkeit 18.
Schwanzbrett 366.
Schweinefett, Zersetzung im Licht 18.
Sciopticon 141.
Scotometer 302.
Selen, Lichtempfindlichkeit 14. 34.
— -Photometer 14. 195. 201.
— Wirkung des Lichtes auf den Leitungswiderstand 14. 34.
Sensibilisatoren 14. 27. 15.
— chemische und optische 14. 27. 50.
— Wirkung auf die Farbenempfindlichkeit 50.
Sensitometer 199 u. ff. 209.
Silber, Wirkung des Lichtes auf den Leitungswiderstand 34.
Silber-nitrat schwärzt die Haut 2.
— — Lichtempfindlichkeit 3. 4.
— -verbindungen, Lichtempfindlichkeit 3. 4. 24. 25. 44. 70.
— — Wirkung des Spectrums 44.
— -chlorür 25.
— -chlorid 24.
— -bromid 26.
— -bromür 26.
— -jodid 26.
Skalenphotometer s. Scalenphotometer.
Solarisation 27. 54. 56.
— im Spectrum 27. 83.
Solinglas 526.
Sonne, Photographie derselben 92.
Sonnen-Microscop 4.
— -Höhe und Lichtintensität 78.
— -spectrum s. Spectrum.
— -segel im Atelier 473.
— -schirm im Atelier 476.
Spectrograph 39. 42.
Spectrum, Wirkung auf Verbindungen 4. 28. 36. 44.
— Photographie desselben 40. 43.

Spectrum Darstellung seiner Wirkung in Curven 52.
— Solarisations-Erscheinungen im 27. 53.
— Abhängigkeit der Ausdehnung mit der Tageszeit etc. 85.
— des künstlichen Lichtes 300.
— secundäres 293.
Spiegel als Objective 264.
— zur Umkehrung des Bildes 266. 358.
— in der Camera 358.
— zur Beleuchtung beim Photographiren 494.
Spiegelglas für Matrizen 526.
Spülvorrichtungen im Atelier 517.
Ständer s. Stativ.
Stärke, Veränderung im Lichte 27.
— Anwendung im Negativ-Verfahren 7.
Stativ für die Camera 359. 377.
Steinkohlenpech, Lichtempfindlichkeit 19.
Stéréograph 361.
Stereoscop-Camera 359. 396. 401.
— -Verschluss 329.
Stern-Photographie 92.
— -Spectra 95.
Stickoxyd-Licht 17. 137.
Strahlen, chemisch wirksame 37.
— actinische 37.
— erregende 70.
— fortsetzende 70.
Sucher photographischer 439.
Südfront-Atelier 481.
Symmetrical Lens 241. 244.
Symmetrische Objective 227.

Tafelglas 527.
Tageslicht, Schwankungen der Helligkeit 78. 81.
— Farbe desselben 103.
Tannin, Lichtempfindlichkeit 18.
Taschen-Camera 360.
Tassen 537.
Tauch-Hacken 540.
Temperatur, Einfluss auf die Lichtwirkung 29.
Terpentinöl, Lichtempfindlichkeit 18.
Thalliumlicht, grünes 511.
Theerfarbstoffe, Lichtempfindlichkeit 20.
Thermographie 30.
Tiefe des Objectives 288.
Tithonometer 150.
Tripel, als Putzmittel 536.
Trimmer 527.
Triplet-Objectiv 253.
— Universal- 258. 260.
Trocken-Verfahren 7.
Tropfen, Gewicht verschiedener Flüssigkeiten 542.
Tropfen-Flaschen 541.
— -Gläser 541.
Tunnel-Atelier 479.

Ueberfangglas 514.
Uebertragung des latenten Bildes durch Berührung 33.
Ultrarothe Strahlen 47.
Ultraviolette Strahlen 38.
Umkehrung des Bildes s. Solarisation.
Umkehrungs-Prismen 266.
— -Spiegel 266. 358.
Unachromatisirte Linsen 298.
Unit-Lamp. 154.
Universal-Objective 256. 259.
— -Träger für Cassetten 388.
Unterchlorigsäure, Lichtempfindlichkeit 21.
Unterschwefligsaures Natron s. Fixirnatron.
Uransalze, Lichtempfindlichkeit. 22. 34. 162.
— als Photometer 162.

Vacuum-Plattenhalter 537.
Vademecum-Apparat 360.
Vanadin-Verbindungen, Lichtempfindlichkeit 22.
Veilchen-Farbstoff 19.
Ventilation des Ateliers 470.
Vereinigungsweite der Linsen 455.
Verglasung des Ateliers 467.
Vergrösserungen bei electrischem Licht 111. 112. 141. 142.
Verschluss für Objective 322.
— s. auch Moment-Verschluss.
Verzeichnung der Objective 282. 291.
Verzerrung des Bildes durch falsche Blendenstellung 271.
— — — — mangelhafte Linsen 280. 282. 283. 308.
— — — — Weitwinkel-Linsen 291.
Vibrotypen 91.
Vinylbromür 16.
Violettes Licht bei Nebenbelichtung 72.
— — im Atelier 469.
— — bei Objectiven 297.
Visirscheibe 393.
— Stellung derselben 448. 459.
— s. auch Verzeichnung.
Vorbelichtung 70.

Wachs-Bleiche 19.
— -Taffet für Dunkelkammer-Fenster 510.
Wärme und Lichtwirkung 29.
— -Vertheilung im Spectrum 39.
Wärmebilder s. Thermographie 30.
Wagen als Dunkelkammer 517.
Wahl der Objective 310.
Wallnuss-Extract 18.
Wasch-Vorrichtungen im Laboratorium 516.
Wasser, Absorption der actinischen Strahlen im 64.
— -Dampf 85.

Wasser zur Abkühlung des Ateliers.
— -Rinnen im Atelier 469.
Wasserstoffhyperoxyd, Lichtempfindlichkeit 20.
Wau 19.
Wechsel-Kasten 417.
— — und Camera 375. 425.
— -Sack 417.
Weingeist-Sauerstoff-Licht 132.
Weissfeuer, bengalisches 134.
Weitwinkel-Linsen 215. 232. 243. 244.
— — Allgemeines 289. 309. 312.
Wellenlänge des Lichtes 39.
Wolken-Blenden 275.
— s. auch Bewölkung.

Xanthophyll 20.
Xylen 18.

Zeichnung perspectivische durch das Objectiv 308.
— Reproduction von s. Reproduction.
Zeitdauer, Bestimmung bei Moment-Verschlüssen 352.
— s. Expositionszeit.
Zelt für Porträt-Aufnahmen im Freien 464.
— dunkles = Dunkelzelt 517.
Zerstreuungs-Linse. 209.
Zimmer, Porträt-Aufnahmen im 464.
Zink, Licht des verbrennenden 127.
Zinkäthyl-Licht 128.
Zinkoxyd, selensaures 16.
Zinnober 2. 15.
Zirkonlicht 103. 131.

STAATSBIBLIOTHEK BAMBERG

Halle, Gebauer-Schwetschke'sche Buchdruckerei.